

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA**

**E.A.P. DE QUÍMICA**

**Interacción entre los orbitales, para el cálculo del radio  
atómico, en el marco de una nueva estructura de tabla  
periódica**

**TESIS**

para optar el título de Químico

**AUTOR:**

Eduardo Alberto Flores Loayza

**Lima, Perú**

**2011**

# *DEDICATORIA*

*Esta Tesis, esta dedicada a los alumnos de Ciencias en general, especialmente a aquellos de la especialidad de Química y Física, con el propósito de vincular e incentivar más, las investigaciones interdisciplinarias.*

*También es una muestra de la dedicación, que toda persona debe:*

*Tener para consigo,  
Compartir con la sociedad y  
Realizar con sus seres queridos.*

*Por eso, finalmente dedico esta Tesis:*

*A mi esposa Evelyn, que a su tiempo me dio su apoyo y paciencia;  
A mi hija Mariana, porque en lo simple de nuestras vidas encontré inspiración;  
A mis hijos Rafael y Gabriel, por ser motivo de prosperidad;  
Y a Dios, que todo lo sabe.*

# ***AGRADECIMIENTO***

*Antes que nada quiero agradecer a Dios, por las personas que me ha puesto en el camino, para poder hacer realidad esta Tesis;*

*A la Profesora Dolores Rivera, por su apoyo sincero;*

*Al Profesor Juan Arroyo, por darme la oportunidad;*

*A la Profesora Scila Reátegui, por acompañarme en la difícil labor; y*

*Al Profesor Mario Ceroni, por su firme dedicación;*

*Así mismo, agradecer a los Profesores en general, al Personal de Biblioteca, Fotocopia y Administrativo, por el oportuno apoyo que me brindaron.*



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA**

Central: 519 7000 anexos 1202, 1203, 1205, 1204, 1201 Telefax: 1209, 1218  
Ciudad Universitaria - Av. Venezuela s/n - Lima 1

«Año del Cuadringentésimo Sexagésimo Aniversario de Fundación de la UNMSM»

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE QUÍMICA**

**ACTA DE TITULACIÓN POR TESIS**

Los suscritos miembros del Jurado, nombrados por la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Química, bajo la Presidencia del Dr. JUAN LADISLAO ARROYO CUYUBAMBA (Presidente), el DR. MARIO CERONI GALLOSO (Miembro) y la Mg. SCILA REATEGUI SÁNCHEZ (Asesora), habiendo presentado para tal efecto la TESIS, titulada "INTERACCIÓN ENTRE LOS ORBITALES PARA EL CÁLCULO DEL RADIO ATÓMICO EN EL MARCO DE UNA NUEVA ESTRUCTURA DE TABLA PERIÓDICA", después de SUSTENTADA Y APROBADA la TESIS elaborada por el Bachiller en Química: EDUARDO ALBERTO FLORES LOAYZA; para optar el TÍTULO PROFESIONAL de QUÍMICO, acordaron calificarlo con la NOTA de:

..... DIECIOCHO ..... 18 .....  
(LETRA) (NÚMERO)

Ciudad Universitaria, 16 de diciembre del 2011

  
DR. JUAN L. ARROYO CUYUBAMBA  
PRESIDENTE

  
DR. MARIO CERONI GALLOSO  
MIEMBRO

  
Mg. SCILA REATEGUI SÁNCHEZ  
ASESORA

  
Mg. SCILA REATEGUI SÁNCHEZ  
DIRECTORA DE LA E.A.P. DE QUÍMICA



# MIEMBROS DEL JURADO

Presidente: Dr. Juan Ladislao Arroyo Cuyubamba

Miembro: Dr. Mario Ceroni Galloso

Asesora: Mg. Scila Reátegui Sánchez

Fecha de Sustentación: 16, de Diciembre del 2011.

# INDICE

## Resumen

I.- Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Antecedentes Bibliográficos	4
La mecánica cuántica y la teoría de la relatividad	10
El Radio Atómico.	11
El efecto Relativista	14
Los Grupos de la Tabla Periódica y su evolución	15
IV. Metodología	17
La Tabla Periodica y su relación con el radio atómico	17
Los grupos de los block en la tabla periódica	18
El tercer grupo de cada periodo	19
El efecto relativista y su influencia en el valor del grupo	20
El grupo 7 y los estados de oxidación	25
Los estados de oxidación en el block f	26
El block 4f y sus grupos	28
El block 6d y su estado de oxidación homólogo	30
El block 7p y su estado de oxidación homólogo	31
Estado de oxidación representante de cada block homólogo	31
Los estados de oxidación y el periodo	33
Periodo donde se origina cada subnivel y el número de sus blocks	34
Número de blocks de un periodo según el grado de homologación	35
Número de blocks efectivos de un periodo	36
Periodo donde se inicia cada block homologo	37
Finalización de la tabla periódica	38
El block f y su homologación gradual	39
El periodo siete y su rol discriminante en los periodos	40
El número de niveles en la homologación	42
Aspecto dual del número de orientaciones del orbital s	43
El orbital 1s y el radio del hidrogeno	44
El número de orientaciones del orbital ns interactuante	45
Interacción del electrón solitario	46
El número de orientaciones del orbital $ns^2$	47
Número de blocks interventores	48
Tabla periódica desarrollada de la tesis	50
Metodología de las hipótesis de trabajo	51
Planteamiento de las hipótesis y sus aproximaciones	51
Nueva propuesta de definición del radio atómico	52
La densidad energética radial en la tabla periódica	52
Identificación del grupo "g" mediante las octavas de Newlands	53
La densidad energética radial y los grupos de Newlands	56
Implicancias geométricas de la primera hipótesis	62

Evolución de la utilidad del valor del grupo	64
La periodicidad del radio atómico	66
Valores de la función seno en función del grupo	68
Diferenciación entre los valores altos y bajos de los radios atómicos	69
El radio atómico y los estados de oxidación	70
Relación entre el radio atómico y los grupos	71
El grupo tres como discriminante	74
Valores de $C$ y $m$ relacionados con los periodos y sus blocks	83
El valor de $C$ y la densidad de la distribución de niveles	84
Competitividad electrónica de los subniveles $d$ y $f$	87
Influencia de la competitividad electrónica, de cualquier subnivel, en el valor del radio atómico.	89
Cálculo de los valores de $C$ , para los periodos 6 y 7	90
El valor de la pendiente y su relación con el subnivel	91
El número de orientaciones totales, en relación a la pendiente	92
Cálculo de las pendientes iniciales de los subniveles	93
La pendiente promedio	95
La pendiente promedio ponderada	96
 V. Cálculos	 97
VI. Resultados	232
  VII. Discusión de Resultados	  235
VIII. Conclusiones	245
IX. Recomendaciones	246
   X. Referencias Bibliográficas	   247
 XI. Anexos	 251
Tabla Periódica de Radios Atómicos	

## RESUMEN

La literatura científica ofrece varios modelos de estructuras de Tabla Periódica, resaltando que la idónea es la que permite predecir, de manera muy próxima, el mayor número de propiedades periódicas. El Objetivo de la Tesis es determinar el radio atómico en relación a parámetros que conforman una nueva estructura de Tabla Periódica, basada en la teoría relativista de Einstein y las Octavas de Newlands. En la propuesta se clasifica a los periodos y a los Grupos según el grado de homologación en que manifiesten, los elementos, sus propiedades y también al considerar la influencia del efecto relativista y donde el orbital  $s$ , seguido por el orbital  $p$ , disminuyen de tamaño; respecto de las distancias relativistas de los otros orbitales que compiten por los electrones y que está de manera explícita en la configuración electrónica de la capa de valencia. Un aspecto que se considera es la forma del orbital  $s$  y su respuesta ante las diferentes orientaciones de los orbitales con los que interactúa. Por otro lado, es posible definir la periodicidad de los valores de radios atómicos mediante una función periódica. En base a todo lo anterior se obtiene una ecuación que permite calcular el valor del radio atómico, donde la Metodología aplicada es deductiva y los cálculos incluyen a la función coseno, a la exponencial y a la lineal; estableciendo una proximidad entre los resultados y los valores oficiales.



# I. INTRODUCCIÓN

Cuando en 1830, Augusto Comte escribió, “si el análisis matemático, alguna vez, ocupara un lugar prominente en la química, ocasionaría la rápida y amplia degeneración de esa ciencia”; es posible inferir que no es lo mismo partir de principios químicos fundados en la matemática, que una formulación matemática fundamentada en principios químicos. En concordancia con lo anterior y en ausencia de datos experimentales, Einstein pudo plantear la Teoría de la Relatividad al aplicar el método deductivo de ensayo-error como Metodología Matemática. Bohr, por su parte, basándose en el método inductivo semi empírico y usando como referencia los valores experimentales de la época; aplicó fórmulas matemáticas que le permitieron calcular, teóricamente, el radio y las líneas espectrales del Hidrogeno. Sin embargo, aunque en su época, ambas teorías no fueron fáciles o cómodas de entender; estas fueron admitidas considerando que los cálculos teóricos establecían coincidencias con los datos experimentales y con ello, lograr explicar matemáticamente determinados comportamientos. Todo esto nos enseña que, conocer la estructurada dinámica interna de un fenómeno, supone poder resolver una función matemática capaz de identificar y definir, con gran aproximación, el diseño original.

Por otro lado, cuando el hombre busca encontrarse con todo aquello que lo cimienta, encuentra en el tamaño de las partículas uno de los referentes para el reconocimiento de novedosos corpúsculos fundamentales, cuyas densidades cuantizadas son la fuente del conocimiento de las nuevas relaciones entre la energía y el volumen. Estos avances se iniciaron, fundamentalmente, con los aportes de Bohr, quién calculó las energías en relación a sus respectivos radios a partir del espectro del Hidrogeno, quedando pendiente los cálculos para átomos multielectrónicos. Estos fueron detalladamente estudiados por científicos como Goldschmidt, Pauling, Weber y Cramer, Slater; etc. quienes basándose en la variedad de propiedades de las sustancias y aplicando diferente formalismo matemático calcularon valores de los radios atómicos, de los elementos de mayor número atómico.

En tal sentido, se propone un enfoque nuevo para una determinación diferente del radio atómico del Hidrogeno y los demás elementos, basado en el reconocimiento de sus propiedades y las relaciones matemáticas que se puedan establecer a partir de la información proporcionada por la Estructura de la Tabla Periódica. Para lograr esto se trabaja, simultáneamente, con la distancia que existe entre el último electrón con su núcleo y la primera energía de ionización de cada uno de los elementos.

Un segundo aspecto a considerar, está referido al estudio de la interacción de los orbitales según sus formas y orientaciones, aplicados mediante los valores del número cuántico momento angular y el magnético. Sin embargo, en los átomos más pesados y mediante la *física relativista* se puede explicar, que al aumentar la velocidad de los electrones, ocurre una contracción radial, que gradualmente manifiesta, implícitamente, su paso a la homologación de propiedades periódicas y que, mediante la contracción radial explícita, conduce a valores de radios atómicos menores a los de elementos menos pesados; haciendo que las tendencias periódicas se inviertan y evidenciando la influencia de este efecto en las distancias relativistas de aquellos orbitales que compiten por los electrones, en la configuración electrónica.

La determinación del radio atómico, en relación a una nueva estructura de Tabla Periódica que se propone y apoyándonos en la teoría relativista de Einstein, se ha constituido en el objetivo de la Tesis; sustentado en la identificación del valor del Grupo de los elementos con propiedades heterogéneas y homogéneas. Así mismo, se consideraron la interacción entre los orbitales de los subniveles y se estableció el rol de las radios relativistas de los orbitales según su grado de difusión y durante su competencia cuantitativa por los electrones.

Una Fórmula que incluye constantes; además de parámetros como el número de orientaciones del electrón, el periodo y grupo de la T.P., se deduce tomando como base cuatro hipótesis, sus aproximaciones y otros tantos enunciados. A partir de ella se encuentran valores de radios atómicos de los elementos, tal que comparados con aquéllos calculados por otros autores, corresponden a valores similares a los obtenidos aplicando la fórmula deducida.

Dicha Metodología es deductiva y los cálculos incluyen a la función coseno, a la exponencial y a la lineal; estableciendo una proximidad entre los resultados y los valores oficiales.

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Establecer, a través del efecto de la interacción entre los orbitales, y en el marco de una Nueva Propuesta de Tabla Periódica una fórmula para el cálculo del Radio Atómico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Determinar de que información, contenida en la estructura de la Tabla Periódica, depende el Radio Atómico.
- 2.- Determinar los Grupos de los Blocks en cada uno de los Periodos.
- 3.- Establecer la forma que afecta la Homologación en el Radio atómico.
- 4.- Establecer la forma que afecta el efecto relativista en el Radio atómico.
- 5.- Determinar matemáticamente el comportamiento periódico del Radio Atómico.
- 6.- Desarrollar una Fórmula para calcular el Radio Atómico, de los elementos de los siete primeros periodos de la Tabla Periódica.

### III. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

La naturaleza, desde antiguo siempre ha sido objeto de estudio en lo que respecta a los elementos que la componen y en sus propiedades, el poder clasificarlos de tal manera que permitan la comprensión de las leyes que los residen.

Desde luego, el momento en el cual principia la clasificación de los elementos con un enfoque moderno, es forjado por Lavoisier al catalogarlos en Metales y no Metales, seguido por Döbereiner, químico alemán, quien desde 1817, hizo agrupaciones de tres elementos cada una, relacionando las propiedades químicas con sus respectivos pesos atómicos, y enunciándola como la Ley de las Tríadas, la cual capto el interés de algunos investigadores, logrando formar varias agrupaciones hasta su deceso en 1849<sup>(1)</sup>.

Tabla N° 1. Tríadas de Döbereiner.<sup>(1)</sup>

Li	Ca	S	Cl
Na	Sr	Se	Br
K	Ba	Te	I

Al respecto, en 1850 (Pettenkofer) y 1854 (Cooke) refirieron como concepto general, que las tríadas eran solamente partes de series más amplias, cuyos elementos seguirían una ley algebraica en función del crecimiento del peso atómico<sup>(2)</sup>.

Posteriormente, entre 1863 y 1865, el químico inglés J. Newlands propuso una tabla de los elementos según el orden creciente de sus pesos atómicos y en grupos de cada siete elementos de propiedades diferentes, donde el octavo coincidía en sus propiedades con el primero del grupo anterior, enunciando su “ley de las Octavas”. Esta, a causa de relacionarla con la escala musical, fue ridiculizada, además de no poderse aplicar en elementos de mayor masa que el Calcio, o el equivalente a perder su aplicación en periodos con mas de ocho elementos, considerando que en esa época, no se conocían los octavos elementos del segundo y tercer periodo, como los demás gases nobles.

Tabla N° 2. Ley de las Octavas de Newlands.<sup>(3)</sup>

1	H	F	Cl	Co, Ni	Br	Pd	I	Pt, Ir
2	Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Os
3	G(Be)	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba, V	Hg
4	Bo(B)	Al	Cr	Y	Ce, La	U	Ta	Tl
5	C	Si	Ti	In	Zr	Sn	W	Pb
6	N	P	Mn	As	Di, Mo	Sb	Nb	Bi
7	O	S	Fe	Se	Ro(Rh),Ru	Te	Au	Th

Su Ley de las Octavas no tuvo la suerte inicial, de ser estudiada como parte de series más amplias, como se hizo con las Tríadas, sin embargo, el alcance de su ley finalmente fue reconocido por la comunidad científica, premiándolo con la “Davy Medal Award”, en 1887.<sup>(3)</sup>

Lothar Meyer (19/08/1830-11/4/1895), fue un químico alemán, que en 1864, edito su primer tratado, “Teoría Moderna de la Química”, en la que incluía su Tabla de elementos, incompleta, pero los ordenaba horizontalmente por sus pesos atómicos, y verticalmente según su valencia y demás propiedades. Luego, presento su versión mejorada en 1870, en un artículo que titulo “La Naturaleza de los elementos como funciones de sus Pesos Atómicos”.<sup>(4)</sup>

Tabla N°3. Tabla de los Elementos de Lothar Meyer<sup>(4)</sup>

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	B	Al				In		Tl
	C	Si				Sn		Pb
			Ti		Zr			
	N	P		As		Sb		Bi
			V		Nb		Ta	
	O	S		Se		Te		
			Cr		Mo		W	
	F	Cl		Br		I		
			Mn		Ru		Os	
			Fe		Rh		Ir	
			Co, Ni		Pd		Pt	
Li	Na	K		Rb		Cs		
			Cu		Ag		Au	
Be	Mg	Ca		Sr		Ba		
			Zn		Cd		Hg	

Sin embargo, y de manera independiente el químico ruso D. Mendelej, hacía su tesis sobre los volúmenes específicos para conseguir la plaza de maestro de escuela, y años mas tarde que Newlands, logro publicar en Marzo de 1869 su primer intento de clasificar a los elementos ante la Sociedad Quimica Rusa, con el titulo original “La Relación de las Propiedades con los pesos de los elementos” donde presentaba su primera Tabla Periódica, que fue prácticamente idéntica a los propuestos por Newlands y Lothar Meyer. En su texto definía que “Las propiedades de los elementos están en función de sus pesos atómicos” basado en el orden creciente de los pesos atómicos y ubicando en un mismo grupo a elementos con propiedades semejantes, especialmente relacionados por la valencia principal de estos que iban del 1 a 8, y que en su versión mejorada de 1871 detallo en compuestos formados con el oxigeno e hidrogeno cuyas fórmulas encabezaban el grupo de los elementos de su tabla periódica.<sup>(5)</sup>

Tabla N° N°4 Tabla Periódica de Mendeleiev de 1871<sup>(5)</sup>

	Grupo1	Grupo2	Grupo3	Grupo4	Grupo5	Grupo6	Grupo7	Grupo8
				RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH	
Serie	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>
1	H							
2	Li	Be	B	C	N	O	F	
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
4	K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni, Cu
5	Cu	Zn			As	Se	Br	
6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru, Rh, Pd, Ag
7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
8	Cs	Ba	Di	Ce				
9								
10			Er	La	Ta	W		Os, Ir, Pt, Au
11	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			
12				Th		U		

Un año después que Mendeleiev publicara su primera Tabla Periódica, Lothar Meyer postuló su versión, basándose en la periodicidad de los volúmenes atómicos en función de la masa atómica (Fig. N°1).

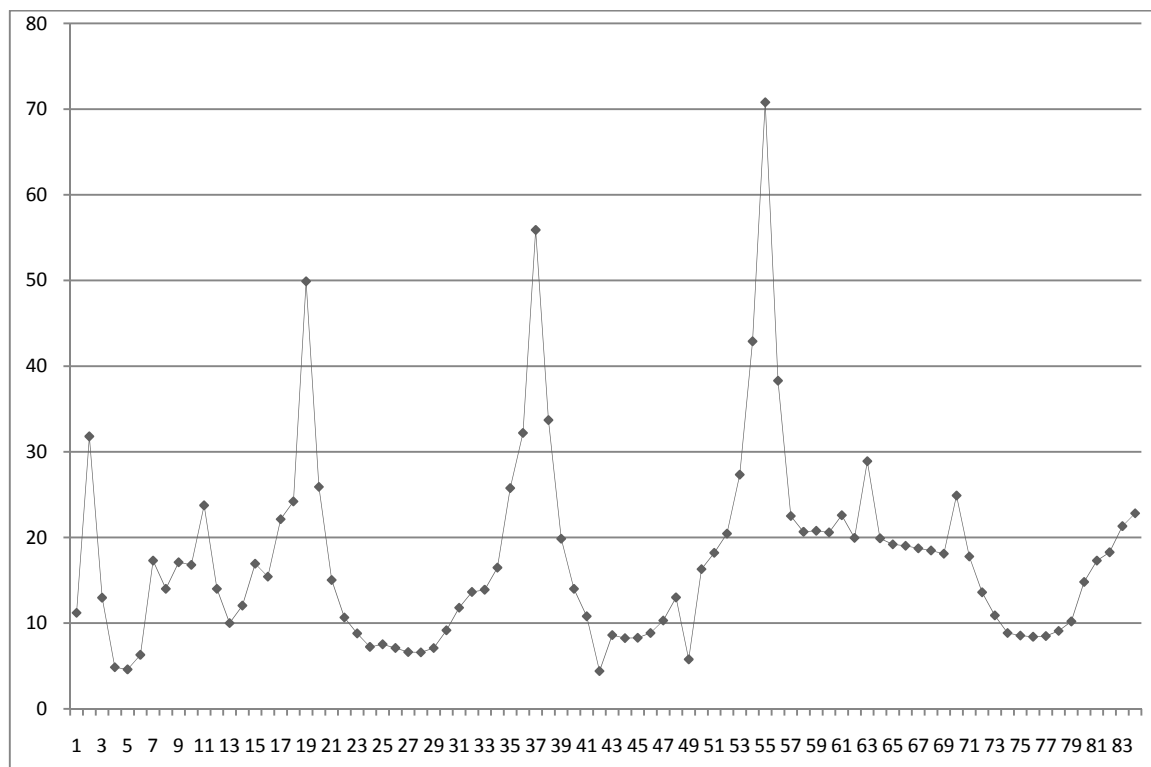


Fig.N° 1. Volumen Atómico en función del peso atómico de los elementos, según Lothar Meyer. <sup>(6)</sup>

Todo esto indica que en aquella época anterior al siglo XX, se descubriera una relación Periódica entre las propiedades de los elementos, como los estados de oxidación y el volumen atómico de estos, respecto a sus pesos atómicos. <sup>(7)</sup>

Fue a inicio del siglo XXI, que el físico y químico inglés Moseley logró esclarecer las excepciones de la ley periódica de Mendeleiev, enunciando su ley: “Las propiedades químicas de los elementos son funciones periódicas de sus respectivos números atómicos, es decir del numero de protones del núcleo”. Esta ley la observo al descubrir que la longitud de onda de una línea principal de cada espectro decrece en proporciones iguales al pasar de un elemento inmediato al siguiente y todo esto debido a la diferencia constante de un protón de los núcleos en elementos adyacentes. Así es, que trabajando con espectros de rayos X, pudo determinar que la carga nuclear, es función de la longitud de onda. <sup>(8)</sup>

Gilbert Newton Lewis (23/10/1875-23/3/1946), en 1916 formuló el modelo del átomo cúbico, y explico que un enlace covalente es un par de electrones compartidos creando el término molécula impar cuando un electrón no es compartido y estudiando los electrones periféricos del átomo, enuncio su Regla del Octeto, llegando a formular también la teoría del par electrónico para las reacciones ácido - base.

Posteriormente sus ideas fueron progresivamente desarrolladas por Irving Langmuir y para las investigaciones de Linus Pauling. <sup>(9)</sup>

Al respecto Langmuir diseñó su versión de la Tabla Periódica, teniendo entre sus problemáticas la ubicación de los Gases Nobles, separando al He de la columna con número ocho, y ubicándolo en la columna identificada con número dos, debido a que buscaba mostrar la ocupación de los electrones en las distintas capas de su modelo. Los elementos de valencia tres están en el grupo del mismo valor, y adyacentes a los elementos del block s. <sup>(10)</sup>

Tabla N°5. Clasificación de los elementos de acuerdo con el arreglo de electrones según Langmuir. <sup>(10)</sup>

CAPA	N	E=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I			H	He								
IIa	2	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
IIb	10	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
IIIa	18	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
IIIa	28	Niβ	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
IIIb	36	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Cb	Mo		Ru	Rh	Pd
IIIb	46	Pdβ	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
IVa	54	Xe	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd		Sa	Eu	Gd

En lo que respecta a Pauling, se le hace referencia a una versión de la Tabla Periódica, publicada en la Sociedad Química Americana, en 1947, en la que solo los elementos del tercer grupo de cada periodo se mantienen adyacentes al block s. Así mismo, la disposición de los Lantánidos y Actínidos no guardan una relación aparte de los demás elementos referidos a un block f, y tanto el Hidrógeno como los Gases Nobles no aparecen. <sup>(11)</sup>

Tabla N°6. Clasificación de los elementos de acuerdo según Pauling. <sup>(11)</sup>

Li	Be	B												C	N	O	F
Na	Mg	Al												Si	P	S	Cl
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm								
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	

Por su parte, la Compañía Científica Central de Chicago en E.E.U.U., muestra los elementos de los terceros grupos de cada periodo adyacentes al block s, del cual se ha separado al Helio para ubicarlo en los llamados Gases Inertes. Sin embargo, una peculiaridad, esta en el espacio vacío generado, al reubicar al B y Al, considerándose al Galio como una extensión del block d, al ampliarse la notación de Deming, en IIIA. <sup>(12)</sup>

Tabla N°7. Tabla Periódica de los elementos de la Compañía Científica Central de Chicago, Illinois. <sup>(12)</sup>

																	INERT GASES	
IA	IIA	IIIA											IVA	VA	VIA	VIIA		
H																	He	
Li	Be	B											C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Al	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIB	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac																
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			

°8. Tabla Periodica Extendida sugerida por Glenn T. Seaborg en 1969. <sup>(13)</sup>

REFERENCE: The Modern Atomic Theory and The Periodic Table: Origin and Development (Two studies in Arabic by Jerjes A. Rihani published by The Royal Scientific Society in Amman, Jordan, 1984)

Tabla N° 9. Tabla Periódica extendida de Rihani, 1984. <sup>(14)</sup>

En la T.P. tanto Seaborg como Rihani, realizaron la separación del Sc, Y, La, y el Ac de sus respectivos block d y block f, ocasionando espacios vacios encima del Lu y el Lr, y considerándolos en el block f; haciendo lo mismo con el elemento de Z=139, clasificándolo perteneciente al block g. Sin embargo solo en la versión de la T.P. de Rihani, se desplaza un elemento más del block f de Z=140, para considerársele en el block g.



Las versiones de la Tabla Periódica realizadas por Seaborg y Rihani, finalizan en el noveno periodo, y en el elemento de Z=173, dejándose en debate el Periodo, block y elemento último. Sin embargo Pyykkö, ha realizado la estructura de una versión de la T.P. de nueve periodos, y donde el último elemento de Z=172 determinado, se encuentra ubicado en el block p de su penúltimo periodo establecido. Así mismo, el valor de su trabajo, muestra como las leyes de la mecánica cuántica y la relativista funcionan para determinar las propiedades químicas de los elementos, como por ejemplo, los altos estados de oxidación (E.O.) que su trabajo predice, en los elementos post-actínidos. <sup>(15)</sup>

Tabla. N°10. Tabla Periódica de Pyykkö. <sup>(15)</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H	He																
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	112	113	114	115	116	117	118
8	119	120	121-	156	157	158	159	160	161	162	163	164	139	140	169	170	171	172
9	165	166											167	168				

6	*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
7	**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
8		141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	
8		121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136 137 138

Así mismo, el estudio de la agrupación de los elementos por sus propiedades semejantes, como los estados de oxidación que tienen en común, lleva a considerar, el valor de los grupos, y la determinación de estos ha sido y sigue siendo de gran importancia.

### III.1 LA MECANICA CUANTICA

El nacimiento de la mecánica cuántica viene en la propuesta de Max Planck dada en el año 1900 al introducir su famosa constante “ $h$ ” mencionando que la energía esta en función de porciones de la magnitud finita  $h\nu$ , o cuantizada en un **número “ $n$ ”** de dichos paquetes de energía y que solo puede tener valores enteros, siendo “ $\nu$ ” la frecuencia. <sup>(16)</sup>

$$E = nh\nu$$

De manera análoga, el danés Niels Bohr afirmaba que un electrón decrece energéticamente al pasar de un **nivel “ $n$ ”** superior a otro inferior emitiendo energía, siendo las energías de estos niveles  $E_n$

$$E_n = \frac{Z^2}{n^2} E_0$$

En esta fórmula, es conocido el valor de  $E_0 = -13.6$  eV para el número atómico  $Z=1$  y el nivel  $n=1$ , teniendo un relativo éxito, debido a que solo logro explicar las líneas del espectro del Hidrogeno y no para los demás elementos, por lo cual recibió el premio Nobel en 1922. <sup>(17)</sup>

De este modo, y por medio de Bohr surgió el primer número cuántico denominado principal. Los tres siguientes números cuánticos fueron apareciendo por los estudios de Sommerfeld, Zeeman y Goudsmit. Estos números cuánticos indican el estado cuántico o características del electrón y son el número cuántico principal  $n$ , que indica el nivel de energía en el que se halla el electrón, con valores enteros 1, 2, 3, 4...,  $n$ , relacionándose con la distancia promedio del electrón al núcleo. El segundo es el número cuántico momento angular o azimutal  $\ell$  con valores enteros 0, 1, 2, 3, 4, 5...,  $n-1$ , e indica el subnivel de energía en el que se halla el electrón, así como su forma definida como la reempe (región espacio energética de máxima probabilidad electrónica) donde se encuentra y llamado orbital, representado estos por los valores  $\ell = 0$ : orbital s,  $\ell = 1$ : orbital p,  $\ell = 2$ : orbital d,  $\ell = 3$ : orbital f. Este, número cuántico momento angular designa cuantos subniveles puede tener un nivel, dados desde  $\ell=0$  hasta  $\ell=n-1$ , y todos a la misma distancia del núcleo.

El número cuántico magnético  $m_\ell$ , indica la orientación espacial del subnivel de energía, con valores que van desde  $-\ell$  hasta  $\ell$ , tal que cada subnivel de valor  $\ell$  tiene un máximo número de orientaciones totales  $M_\ell = 2\ell+1$  valores.

El cuarto número cuántico, de spin ( $s$ ), indica el sentido de giro espacial del campo magnético, que produce el electrón y de valores  $\frac{1}{2}$  y  $-\frac{1}{2}$ . <sup>(18)</sup>

### III.2 EL RADIO ATÓMICO

En correspondencia con las líneas espectrales del Hidrógeno, y los niveles de energía permitidos, Bohr logra calcular el radio del Hidrógeno en  $0.53 \text{ \AA}$ . Los científicos de la física cuántica, pudieron corroborar este resultado, bajo el argumento, de que es máxima la probabilidad de encontrar al electrón dentro de una capa esférica de radio comprendido entre el radio  $r$  y  $r + dr$ , cuando el valor de  $r$  coincide con el obtenido por Bohr.<sup>(19)</sup>

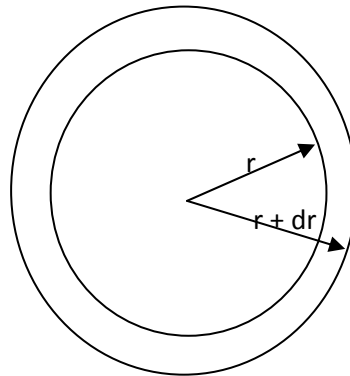


Fig.Nº2. Región de máxima probabilidad como Capa esférica En donde el encontrar al electrón.

Por supuesto, la capa esférica que representa al orbital  $s$  del primer nivel para el átomo de Hidrógeno, es solo una representación acotada, debido a que la mecánica cuántica considera a la densidad electrónica infinita y así mismo al tamaño de los átomos, sin embargo, se determina el tamaño de los átomos, al evaluar la frontera de la densidad electrónica como la distancia al núcleo que engloba alrededor del 90% de probabilidad electrónica.<sup>(20)</sup>

Por otro lado, experimentalmente se conoce que la estructura interna de cada uno de los cristales tiene una "densidad electrónica  $\rho(xyz)$ "; en cada punto coordenado  $(x, y, z)$  de la celdilla unidad, donde tiene valores máximos "en electrones por Angstrom cúbico" localizando a los átomos en un espacio real de la estructura.<sup>(21)</sup>

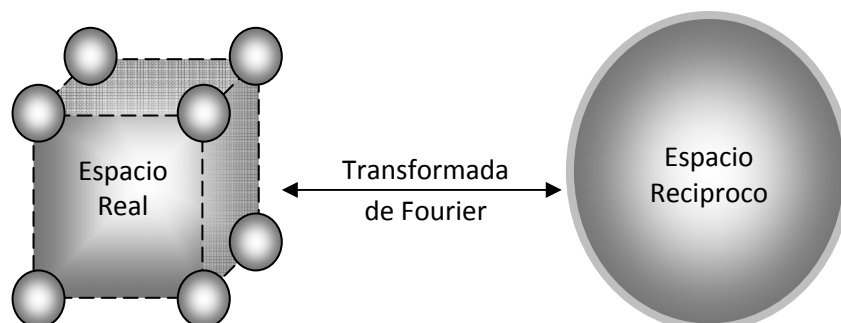


Fig.Nº 3. Correspondencia entre el Espacio Real y el Recíproco.<sup>(22)</sup>

Esta  $\rho(xyz)$ , contiene las variables del espacio recíproco donde está el espectro, que esta representado por las ondas (resultantes de la dispersión de todos los átomos en cada una de las direcciones mediante los índices de Miller  $h, k, l$ ) y sus fases  $\Phi(hkl)$ , siendo  $f_j$  el factor de dispersión atómica que cuantifica el poder, con que los electrones de los átomos  $j$  dispersan a los rayos X. Al reemplazar las amplitudes en función de los índices de Miller tenemos la siguiente ecuación, para la densidad electrónica. <sup>(23)</sup>

$$\rho(xyz) = \frac{1}{V} \sum_h \sum_k \sum_l \left| \sum_j e^{2\pi i(hx_j + ky_j + lz_j)} \right| \cos 2\pi(hx + ky + lz - \phi(hkl))$$

A todo esto hay que considerar que el radio de un átomo está en función del tipo de estructura cristalina y consecuentemente del número de coordinación (NC) de modo que cuando un átomo posee un NC=12 con un radio  $r$ , entonces los demás números de coordinación tendrán una fracción de este. <sup>(24)</sup>

Tabla N°11. Radios según el N.C. <sup>(24)</sup>

N.C.	12	8	6	4
radio	$r$	$0.97r$	$0.96r$	$0.88r$

En base a que el tamaño de los átomos depende del número de coordinación y del estado de oxidación, es que Pauling pudo calcular el radio metálico para todos los elementos con número de coordinación 12, y para elementos que carecieron de este, lo obtuvo por extrapolación de sus valores de menor coordinación. Es a este radio metálico con NC=12, al que se le conoce como radio atómico. Para el caso de radios iónicos ( $R_i$ ) univalentes, propuso que este era inversamente proporcional a la carga nuclear efectiva  $Z^*$  del electrón periférico. <sup>(25)</sup>

$$R_i = C / Z^*$$

El físico teórico J. Slater, análogamente elaboro su trabajo sobre carga nuclear efectiva, proponiendo su ecuación para calcular radios iónicos ( $r_i$ ) en pm, donde  $n^*$  y  $z^*$  son los valores efectivos de numero cuántico y carga nuclear de Slater; con una constante de proporcionalidad  $K$ . <sup>(26)</sup>

$$r_i = K(n^*)^2 / z^*$$

Donde la carga efectiva nuclear  $z^*$  y el efecto pantalla  $\sigma$  se relacionan del siguiente modo.

$$z^* = Z - \sigma$$

Hay que especificar que la carga nuclear efectiva de Pauling y de Slater no es del mismo valor, pero definen el aumento de su valor con el incremento del valor del número atómico  $Z$  en un periodo, donde el efecto pantalla no crece considerablemente debido a que no aumenta el número de niveles y contrayéndose cada vez más el radio. Sin embargo, en elementos pertenecientes a un mismo grupo, al aumentar el número de niveles  $n$ , aumenta el efecto pantalla  $\sigma$  induciendo al aumenta radial. <sup>(27)</sup>

Esto se debe a que el efecto pantalla de los electrones más cercanos al núcleo, evita que los electrones periféricos experimenten la carga nuclear completa, mostrándose en la energía requerida para desligar cada electrón y en el número de oxidación del átomo.

Todo esto muestra la importancia de la interacción entre los electrones y los nucleones para la determinación de las propiedades de los elementos. El Núcleo más elemental, es el constituido por el Protón, que fue considerado una partícula elemental de carga  $+1$ , hasta que se determinó estar compuesto por tres quarks con sus respectivas cargas; dos quarks up (u) de carga  $+2/3$  cada uno y un quark down (d) de carga  $-1/3$ .<sup>(28)</sup>

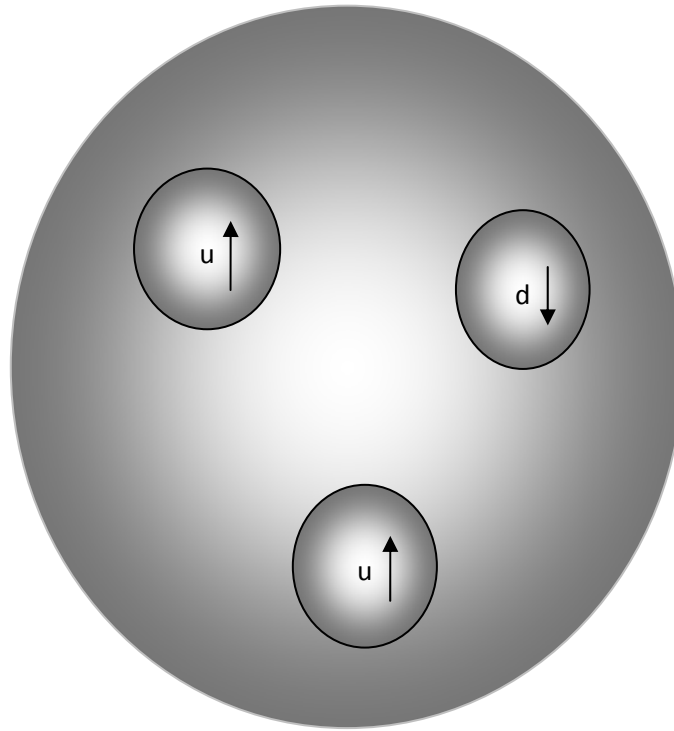


Fig. 4. Representación de la Composición del Protón.<sup>(28)</sup>

Fue precisamente Gell-Mann Murray, físico estadounidense, al que se le otorgó el Premio Nobel de Física en 1969 por sus descubrimientos sobre partículas elementales llamadas quarks, y que son los constituyentes ordinarios de la materia, como al protón. Estos quarks pertenecen al Modelo estándar de partículas y tiene su antecedente en la ruptura del concepto sobre la indivisibilidad del átomo y consecuentemente del estudio de la divisibilidad de los protones y neutrones.<sup>(29)</sup>

La continuidad de estudios sobre la física del protón, que se dieron por experimentos en el Acelerador Nacional Jefferson, determinaron, que los dos quark up tienen spins paralelos al spin del protón que componen, mientras que el quark down no se alinea con estos.<sup>(30)</sup>

Este protón como núcleo conforma el átomo de Hidrógeno, en el que son estos 3 quarks que interactúan entre si y con el único electrón estableciendo al orbital s como región de máxima probabilidad donde es posible encontrarlo.

Si bien las propiedades de los elementos dependen de la carga nuclear, debe referirse que al aumentar esta, con el aumento del número atómico, también aumenta no solo la carga nuclear efectiva, sino también el correspondiente efecto pantalla, y sobre todo el efecto relativista en átomos con elevado masa nuclear.

### III.3 EL EFECTO RELATIVISTA <sup>(31)</sup>

El efecto relativista se manifiesta en elementos de alta masa y carga nuclear efectiva, donde los electrones, ante una mayor atracción nuclear deben moverse en un espacio más pequeño con una velocidad tendiente a la de la luz.

La región de densidad probabilística electrónica del orbital s por su forma de cascaron esférica, esta expuesta al núcleo, seguido por el orbital p, y a su vez seguido por los orbitales d y f de formas mas agudas y de mayor número de orientaciones. Esto explica que los electrones en orbitales mas expuestos al núcleo, sean atraídos al núcleo, pudiéndose decir que el orbital s es el mas cercano o más penetrante al núcleo, seguido de los demás, donde el poder de penetración es

$$s > p > d > f > g$$

Como resultado, los orbitales internos s y p se contraen relativistamente, apantallando mejor a los d y f que afectados indirectamente por este fenómeno, son expandidos relativistamente, pero los orbitales contraídos de valencia s y p también se contraen relativísticamente progresando a la contracción final del átomo. De modo que los orbitales d, se expanden más con el aumento del número de niveles, tal que,

$$5d > 4d > 3d$$

Ocasionando el aumento de los estados de oxidación de los elementos de transición más pesados y observado también en los Lantánidos y Actínidos.

El efecto relativista como consecuencias de esta mayor penetrabilidad de los electrones trae la contracción del radio atómico, y en consecuencia la mayor la electronegatividad, energía de ionización, y afinidad electrónica, evidenciándose en la inversión de las tendencias de las propiedades periódicas. Esto permite establecer que de dos elementos de una determinada columna de la tabla periódica, el de mayor número de niveles, tendrá mayor energía de ionización, electronegatividad y afinidad electrónica, mientras su radio atómico será menor respecto al otro elemento.

Otro, de los efectos relativísticos debido a la primordial contracción del orbital s, es el aumento de ligadura de sus electrones por su mayor cercanía al núcleo, provocando según el grado de esta, su poca a nula participación como electrones de valencia. A este fenómeno se le conoce como el efecto del par inerte, que empieza a mostrarse en la contracción relativista del orbital 6s, no permitiendo la promoción de sus electrones con el aumento de la energía de ionización y mostrado a partir del Hg, teniendo los siguientes elementos que la exhiben, estados de oxidación más estables con dos unidades inferiores al máximo valor de su grupo, dejando de ser en cierto grado relativistamente representados por el valor de este.

Sin embargo, el efecto relativista sea manifestado en las propiedades periódicas, en los estados de oxidación o en el par inerte, no inicia llevando estos fenómenos simultáneamente, como puede observarse la diferencia entre los primeros siete lantánidos y los correspondientes actínidos, ni es continua con el aumento de la masa nuclear bien expresado entre los primeros y últimos actínidos, pero se puede decir en términos generales que no deja de manifestar con un determinado grado en las propiedades periódicas.

### III.4 LOS GRUPOS DE LA TABLA PERIÓDICA Y SU EVOLUCIÓN <sup>(32)</sup>

La IUPAC, publica los aportes que, en su momento, hicieran los diferentes autores para identificar a los grupos que forman los blocks s, p, y d de la Tabla Periódica. Entre estos, se tiene a Deming; que como la IUPAC, no ha establecido aún el valor de los grupos para el block f, aunque, son Fluck y la Sociedad Americana de Química (ACS) quienes han ejecutado cada uno su propuesta.

Tabla N°12. Nomenclatura de los Grupos de la T.P. propuestos por varios Autores y Publicados por la IUPAC.

1	2	1d	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	3	4	5	6	7	8	Fluck
1	2	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	11d	12d	13	14	15	16	17	18	ACS
1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	8L	8L	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	o,8R	Nelson
1M	2M	3T	4T	5T	6T	7T	8T	8T	8T	1T	2T	3M	4M	5M	6M	7M	o,8M	
M1	M2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1M	2M	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	11T	12T	3M	4M	5M	6M	7M	8M	Gillespie
1M	2M	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	1T	2T	3M	4M	5M	6M	7M	8M	
1	2	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	1d	2d	3	4	5	6	7	8	Kirschner
1	2	3d	4d	5d	6d	7d	8da	8db	8dc	1d	2d	3	4	5	6	7	8	
1	2	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*	11*	2'	3	4	5	6	7	8	Sanderson
1	2	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	11d	2d	3	4	5	6	7	8	Bent
H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	f	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
		1f	2f	3f	4f	5f	6f	7f	8f	9f	10f	11f	12f	13f	14f	15f	16f	Fluck
		3f	4f	5f	6f	7f	8f	9f	10f	11f	12f	13f	14f	15f	16f			ACS
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			

Gillespie, por su parte, emplea una denominación solo para los blocks s, p y d; que corresponde a una identificación intermedia de los valores de grupo, propuestos por Deming y aquellos establecidos en la norma de la IUPAC.

Tabla N°13. Aporte de Deming y Nomenclatura establecida por la IUPAC para los blocks s, p y d.

IA		DEMING															VIIIA
H	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
Li	Be											B	C	N	O	f	Ne
Na	Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	----	VIII	----	IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

1		IUPAC															18
H	2											13	14	15	16	17	He
Li	Be											B	C	N	O	f	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

Mientras el valor de los grupos según la norma IUPAC guarda relación con la diferencia entre el número de electrones de un elemento, respecto al número de electrones del gas noble con un nivel menos de energía, el valor de los grupos de Deming, guarda una aproximada relación periódica con la estabilidad del octeto, y con la valencia máxima teórica.

Por otro lado, existieron otras maneras distintas de agrupar a los elementos como las del Geólogo Alexander de Chancourtois, quien envió a la Academia de Ciencias de Paris un informe donde proponía una clasificación de los elementos químicos, colocados según su peso atómico P.A. creciente sobre una línea diagonal, formando un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal, de forma que dibujase una espiral sobre la superficie de un cilindro tal que los que tenían propiedades semejantes se hallaban en una misma columna.<sup>(33)</sup>

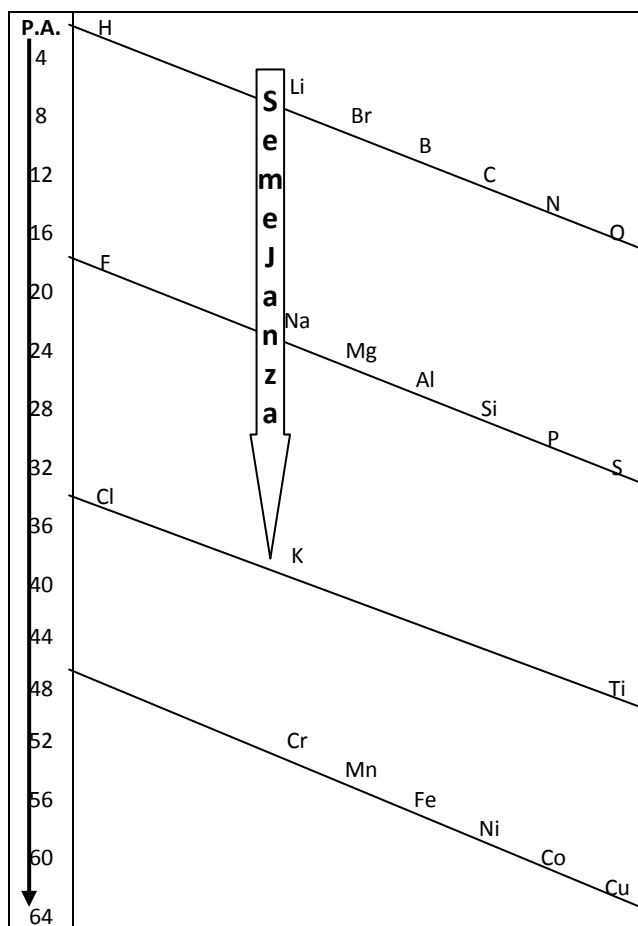


Fig. N°5. Tabla Periódica de Chancourtois. <sup>(33)</sup>

Otra versión de la Tabla Periodica fue basada en una construcción geométrica, ordenando a los elementos por sus semejanzas, disponiéndolos en radios distintos cuyos elementos estaban sobre arcos de circunferencias, que fue propuesta por G. D. Hinrichs en 1857. <sup>(34)</sup>

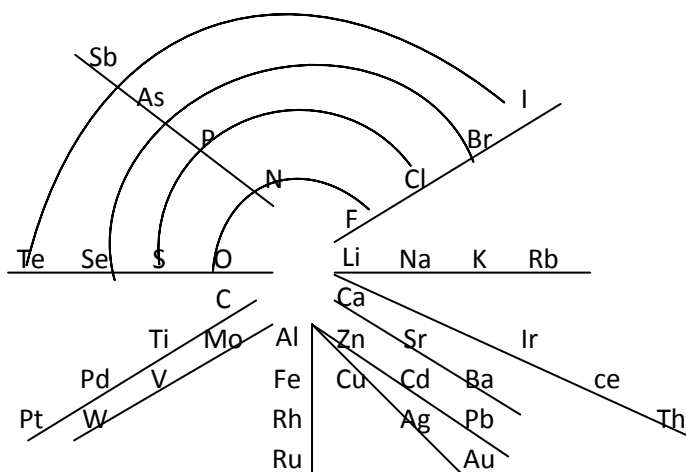


Fig. N°6. Tabla Periódica de G. D. Hinrichs, 1857 <sup>(34)</sup>



## IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### IV.1 LA TABLA PERIÓDICA Y SU RELACIÓN CON EL RADIO ATÓMICO

En la determinación del radio atómico, se postula la Tesis como una propuesta de cálculo en función de variables ordenadas en la tabla periódica que discriminan y asocian a los elementos. Estas básicamente son los números cuánticos y el grupo, admitiendo la interacción entre los subniveles. Luego, intervendrán otras variables, como el grado de homologación, y el efecto relativista que afectan a las propiedades periódicas.

En la primera parte, conociéndose que las propiedades de los elementos de una determinada agrupación están representadas por el valor del grupo, se empezará por una clasificación de estos en relación a los estados de oxidación de los elementos, permitiendo la separación de elementos integrantes de unos grupos de otros, conformando una estructura primaria de la tabla Periódica.

Luego, se determina el valor de los grupos de cada block de la tabla periódica, en su dependencia de representar al E.O. distintivo de cada agrupación de elementos, del grado de homologación que se manifieste en el E.O. prevaleciente y del grado del efecto relativista que se haga manifiesto en las propiedades periódicas a representar. En base a esto, se resuelve como aplicación, darle valor a los grupos de cada elemento de los blocks, entre estos los correspondientes a los Lantánidos y Actínidos, cuyos valores no han sido aún establecidos.

Seguidamente se determina el valor del grupo homólogo representante de cada block con elementos de propiedades homólogas y los periodos en los cuales aparecen. Esto, conduce a discriminar a los periodos, separando a los periodos de incipiente y preponderante grado de homologación, conformando una estructura secundaria de la Tabla Periódica.

La exclusiva forma probabilística del orbital s, inducirá al estudio de su inevitable interacción con los demás orbitales, aplicándolo al cálculo del radio atómico para los elementos block s.

El aporte de todas estas variables relacionadas, serán gradualmente aunadas al desarrollo del análisis del comportamiento del radio atómico, respecto a la primera energía de ionización y al valor del grupo. Por otro lado, se determinará una representación matemática de la periodicidad del radio atómico, y una explicación a la contracción Lantánida y Actínida, atribuida en términos del efecto relativista, llegando a concluirse la fórmula final para la determinación de radio atómico.

## IV.2 LOS GRUPOS DE LOS BLOCK EN LA TABLA PERIODICA

Al asociar el subnivel de cada block, con la estabilidad que alcanza cuando los electrones llenan el total de sus orbitales; es que se logra establecer dos patrones de estabilidad. El primer patrón de estabilidad en un Gas Noble, es la del subnivel s, obtenido por el apareamiento total “a dos electrones” <sup>(35)</sup>, y logrado de manera singular al establecer el final de un periodo de tan solo dos elementos, que teniendo uno y dos electrones en el subnivel s, dan lugar a los grupos uno y dos del block s <sup>(36)</sup>.

Tabla. Nº 14 Correspondencia entre los Patrones de Estabilidad y la numeración de los Grupos.

Block s		Block p					
1	2	3	4	5	6	7	8
H	He						
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

En el segundo periodo y a diferencia del anterior, el Berilio no reproduce el mismo patrón de estabilidad, ni se reproducirá más en los siguientes periodos. Esta carencia justifica al segundo patrón de estabilidad en un Gas Noble, que es la estabilidad extendida del subnivel s, obtenida por el apareamiento total a “ocho electrones”, al agruparse con un nuevo subnivel, el p, que amplía el periodo a ocho los elementos y el valor de sus grupos, en la suma de los electrones ocupados en los orbitales s y p, para los periodos dos y tres.

Esto se observa en el periodo 4 y 5, donde empieza a extender la cantidad de sus elementos mas allá de cada block s, por la adición del block d, y cuyos grupos obtendrán sus valores en la suma de los electrones que ocupen los orbitales s y d. Al completarse el subnivel d, inicia el llenado con electrones en el subnivel p, de elementos que, al ubicarse debajo de aquellos pertenecientes al block p de los dos periodos anteriores, permiten el cambio de secuencia de grupo, correspondiente al paso del block d al p.

Tabla Nº15. Correspondencia entre el Valor de los grupos, y el llenado de los electrones para cada subnivel representado por su Block.

Block s		Block d										Block p					
1	2											3	4	5	6	7	8
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

Los blocks terminan su numeración por motivos de completar con electrones su subnivel de energía y estabilizarse, lo mismo que cada periodo concluye con el llenado de los electrones de menor a mayor número de orientaciones y expresado en la estabilidad de su último elemento.

## IV.3 EL TERCER GRUPO DE CADA PERIODO

Al iniciarse la tabla periódica con el H y finalizar con la estabilidad del gas noble (He) del primer orbital s, le sigue un segundo orbital s con el Li y el Be; sin conseguir tal estabilidad, dejándose de formar periodos con solo dos elementos, representados por los grupos uno y dos. La adición de un electrón apertura un nuevo orbital, en el subnivel p que considera al primer tercer elemento de un periodo con valor de grupo tres, a partir del cual se extenderá el periodo con elementos de diferentes valores de grupo. Luego, posterior al primer periodo de tan solo dos elementos, le corresponde a cada par de periodos, el comienzo de cada “nuevo block diferente al block s”, que contienen a los elementos B y Al, Sc e Y, y al La y Ac pertenecientes al tercer grupo de cada periodo, con los que inicia la extensión de estos. De este modo, surge el primer enunciado.

### Enunciado N° 1

*El tercer grupo de cada periodo, en el valor del grupo igual a tres, es un indicador del aumento del número de elementos en los periodos de la tabla periódica.*

Tabla 16. Identificación de los grupos de la T.P., y los E.O. <sup>(37)</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8	11	12	3	4	5	6	7	8
1	H 1	He 0																
2	Li 1	Be 2	B 3											C 4 +4,2	N 5 +3,+1,2,4,5,3	O 6 +2,1	F 7 -1	Ne 8 0
3	Na 1	Mg 2	Al 3											Si 4 +3,4,5	P 5 +2,4,6,1	S 6 +1,3,5,7	Cl 7 -1	Ar 8 0
4	K 1	Ca 2	Sc 3	Ti 4,3,2	V 5,4,3,2	Cr 6,3,2	Mn 7,6,4,3,2	Fe 2,3	Co 2,3	Ni 2,3	Cu 1,2	Zn 2	Ga 3	Ge 4	As 5 +3,5	Se 6 -2,4,6	Br 7 +1,3,5,7	Kr 8 2,4
5	Rb 1	Sr 2	Y 3	Zr 4	Nb 5,3	Mo 6,5,4,3,2	Tc 7,5,4,3,2	Ru 8,6,4,3	Rh 2,3,4	Pd 2,4	Ag 1	Cd 2	In 3	Sn 4,2	Sb 5 +3,5	Te 6 -2,4,6	I 7 +1,3,5,7	Xe 8 2,4,6
6	Cs 1	Ba 2	La 3	Hf 4	Ta 5	W 6,5,4,3,2	Re 7,6,4,2,1-	Os 8,6,4,3,2	Ir 6,4,3,2	Pt 4,2	Au 3,1	Hg 2,1	Tl 1,3	Pb 4,2	Bi 3,5	Po 2,4,6	At +1,3,5,7	Rn 2
7	Fr 1	Ra 2	Ac 3	Rf 4														

Ce 3,4	Pr 3	Nd 3	Pm 3	Sm 2,3	Eu 2,3	Gd 3	Tb 3,4	Dy 3	Ho 3	Er 3	Tm 2,3	Yb 3,2	Lu 3
Th 4	Pa 4,5	U 3,4,5,6	Np 3,4,5,6	Pu 3,4,5,6	Am 3,4,5,6	Cm 3,4	Bk 3,4	Cf 3,4	Es 3	Fm 3	Md 3	No 2,3	Lr 3

En relación a la ubicación del tercer grupo de cada periodo y a los Estados de Oxidación (E.O), es posible establecer el segundo enunciado

### Enunciado N° 2

*El tercer grupo de cada periodo, identificado como grupo 3, resulta ser un discriminante de grupos; entre aquellos que tienen todos sus elementos con un sólo estado de oxidación; y los demás grupos que incluyen a elementos que tienen mayor número de estados de oxidación.*

#### IV.4 EL EFECTO RELATIVISTA Y SU INFLUENCIA EN EL VALOR DEL GRUPO

En el cuarto periodo, el subnivel 3d es poco expansivo y debido a su competitiva afinidad por los electrones, en el Cr y Cu, logra ganarle un electrón al orbital  $4s^2$ . Sin embargo, la expansión de los orbitales 3d es diferente a la expansión de los orbitales 4d <sup>(38)</sup>, mostrada en la configuración electrónica al competir por los electrones con el subnivel s. El block 4d, del quinto periodo, logra expandirse más y su afinidad por los electrones compite más por los ubicados en el orbital  $5s^2$ , especialmente cuando se trata de los seis elementos que no han logrado la estabilidad,  $d^5$  y  $d^{10}$ . De ambas simetrías, el apareamiento de todos sus electrones en  $d^{10}$  le otorga mayor estabilidad; compitiendo con la estabilidad de la configuración  $s^2$  en el Pd, el cual en lugar de ser  $4d^8s^2$  es  $4d^{10}s^0$ .

Tabla N°17 ° Block de los subniveles 3d, 4d y 5d.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
$3d^14s^2$	$3d^24s^2$	$3d^34s^2$	$3d^54s^1$	$3d^54s^2$	$3d^64s^2$	$3d^74s^2$	$3d^84s^2$	$3d^{10}4s^1$	$3d^{10}4s^2$
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
$4d^15s^2$	$4d^25s^2$	$4d^45s^1$	$4d^55s^1$	$4d^55s^2$	$4d^75s^1$	$4d^85s^1$	$4d^{10}5s^0$	$4d^{10}5s^1$	$4d^{10}5s^2$
Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
$5d^16s^2$	$5d^26s^2$	$5d^36s^2$	$5d^46s^2$	$5d^56s^2$	$5d^66s^2$	$5d^76s^2$	$5d^94s^1$	$5d^{10}6s^1$	$5d^{10}6s^2$

Por otro lado, en el Ru y el Rh se observa valores homogéneos en propiedades representativas como la capacidad calorífica (C); de modo que se agrupa al Rh y al Ru en el mismo grupo (G=8) y si bien el Pd no logra la semejanza ni tal grupo homologo, está ubicado debajo del Ni con el mismo grupo, G=10.

Tabla N°18. Propiedades del Ru, Rh y Pd.

	Ru	Rh	Pd
G	8	8	10
EN	2.2	2.2	2.2
RA (A°)	1.34	1.34	1.37
E.I (kJ/mol)	<b>711</b>	<b>720</b>	805
C (J mol/K)	<b>24.10</b>	<b>24.98</b>	26.0
AE (kJ/mol)	<b>101</b>	<b>109.7</b>	54.2

Luego de completarse las dos series d (3d y 4d) y al aumentar el valor de Z se pasa al nivel 6. Esto da lugar a la manifestación del efecto relativista en el incremento de la velocidad de los electrones que ocupan los orbitales s, produciéndose paralelamente la contracción radial. Desde el Cs hasta el Lu, el radio atómico (R.A.) es definido por el orbital 6s más externo, iniciándose con el Ba una moderada contracción radial respecto del Sr y en los Lantánidos leves contracciones graduales. En el block 5d, después del Hf, se acentúa, paulatinamente, la contracción del orbital 6s hasta antes del Hg <sup>(39)</sup>. Esto da lugar a la expansión relativa del orbital 5d que compite por el par de electrones del contraído orbital 6s hasta su máxima contracción en el Pt y Au dejándolo sólo con uno de sus dos electrones, debido a su afinidad por los electrones. Todo esto se manifiesta relativistamente en el aumento de la afinidad electrónica (A.E.) y que simultáneamente con el aumento de la contracción radial, incrementa la electronegatividad (E.N.) y la energía de ionización (E.I.); en relación a los elementos del anterior periodo. De este modo, la fuerte ligazón de los electrones del orbital 6s al núcleo, se observa cuando la ganancia de electrones por el 5d ocurre en solo dos elementos, respecto de aquellos seis del block 4d.

En el block **5d**, después del Hf que tiene menor R.A. que el Zr; se acentúa, paulatinamente, la contracción del orbital **6s** hasta el Au, antes del Hg, pero sin lograr menores R.A. que los elementos del anterior periodo, donde la electronegatividad aumenta con regularidad; pero la E.I. y la AE aumentan de manera algo irregular, destacándose el Au por ser el único que tiene, simultáneamente, la AE, EN y E.I. más altas; en relación al elemento del periodo anterior.

Tabla. N°19. Elementos del block 4d y 5d, con sus valores de E.N., E.I., A.E., R.A. y Efecto Relativista E.R.<sub>5d</sub>

	4d	4d	4d	4d	4d	4d	4d	4d	4d	4d	5p	5p	5p	5p	5p	5p
	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
EN	1.22	1.33	1.60	2.16	2.1	2.2	2.2	2.2	1.93	1.69	1.78	1.96	2.05	2.1	2.66	2.6
E.I.	616	660	664	685	702	711	720	805	731	870	558	709	832	809	1003	1170
AE	29.6	41.1	86.2	72.2	53.1	101	109.7	54.2	125.8	126	20.9	107.3	100.9	190.0	295.2	41.0
RA	1.78	1.60	1.46	1.39	1.36	1.34	1.34	1.37	1.44	1.54	1.66	1.62	1.59	1.60		
	5d	5d	5d	5d	5d	5d	5d	5d	5d	5d	6p	6p	6p	6p	6p	6p
	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
EN	1.27	1.30	1.50	1.70	1.90	2.20	2.20	2.20	2.40	1.90	1.80	1.80	1.90	2.00	2.20	2.3
E.I.	524	654	761	770	760	840	880	870	890	1007	598	716	703	812	931	1037
AE	41	0	31	96.5	14.5	106	151	205	223	0	19.3	35.1	91.3	183.3	270	41
RA	1.74	1.58	1.46	1.39	1.37	1.35	1.36	1.38	1.44	1.57	1.71	1.75	1.70	1.76		
<b>ER<sub>5d</sub></b>	<b>1.25</b>	<b>0.00</b>	<b>0.39</b>	<b>1.18</b>	<b>0.27</b>	<b>1.23</b>	<b>1.66</b>	<b>4.06</b>	<b>2.68</b>	<b>0.00</b>	<b>0.97</b>	<b>0.28</b>	<b>0.66</b>	<b>0.84</b>		

Por lo tanto después del Au, es con el decrecimiento en la contracción del orbital 6s que decrecen el número de las propiedades que manifiestan el E.R. como la A.E., E.N. E.I. y el R.A. Después del Au, la A.E. no muestra el efecto Relativista (E.R.), aunque sí en la EN y la E.I. del Hg y de menor grado en el Tl, respecto a los elementos del anterior periodo (Cd e In). Por su parte, el Pb y el Po superan ligeramente al Sn y Te sólo en la E.I.

Con un periodo de 6 niveles, el E.R. en la contracción del orbital 6s, aun no da manifestaciones en la contracción del R.A. de cada uno de sus elementos, hasta el grado de ser menores respecto a los elementos del anterior periodo; pero existe claramente la tendencia.

De modo que la A.E., E.N., y la E.I. son los indicadores relativistas (I.R.) del E.R. aún previos al menor R.A. de un elemento respecto al del anterior periodo, al incremento de la cantidad de los E.O. y al par inerte del orbital s, pero que los evidencian en cierto grado.

Aunque el efecto relativista, y no siempre implica un E.O. menor en dos unidades respecto al grupo, será representado por el valor de su grupo en dos unidades menos por estar asociado a los efectos de la aumentada ligazón del par de electrones de  $ns^2$  al núcleo, a diferencia de los demás elementos no relativistas <sup>(40)</sup>. Esto se debe a que el E.R. puede manifestarse en el E.O. y no en las propiedades periódicas (Bi), moderadamente en ambas (Tl), o en las propiedades periódicas y no en el E.O. (Au). Para dilucidar el grado que afecta el E.R. a los elementos, se propone cuantificarlo mediante una formula que relaciona las propiedades periódicas de los elementos de un periodo respecto a los del anterior.

Al ser el efecto relativista E.R. de los elementos del block 5d directamente proporcional a la E.N., E.I., y AE., e inverso al R.A.; respecto al block 4d; es que la proporción del E.R. en 5d es:

$$ER_{5d} = \frac{(EN \cdot EI \cdot AE / RA)_{5d}}{(EN \cdot EI \cdot AE / RA)_{4d}}$$

Aquellos elementos que presenten o no disminuidos su E.O. en dos unidades, serán identificados con alto valor de E.R.  $_{5d}$  al estar por encima del promedio, y con el valor de su grupo en dos unidades menos, representando el efecto de la contracción de los orbitales s, por efecto del aumento de la velocidad de sus electrones. Así mismo, considerado o no al Lu en la familia del block 5d, el promedio del E.R.  $_{5d}$ , es 1.27, e identificándosele por encima, sólo al Ir, Pt y Au que muestran la amplificación de sus E.I., E.N. y A.E., y en la leve contracción del R.A., a ser expresado en el valor de su grupo en un par de unidades menor.

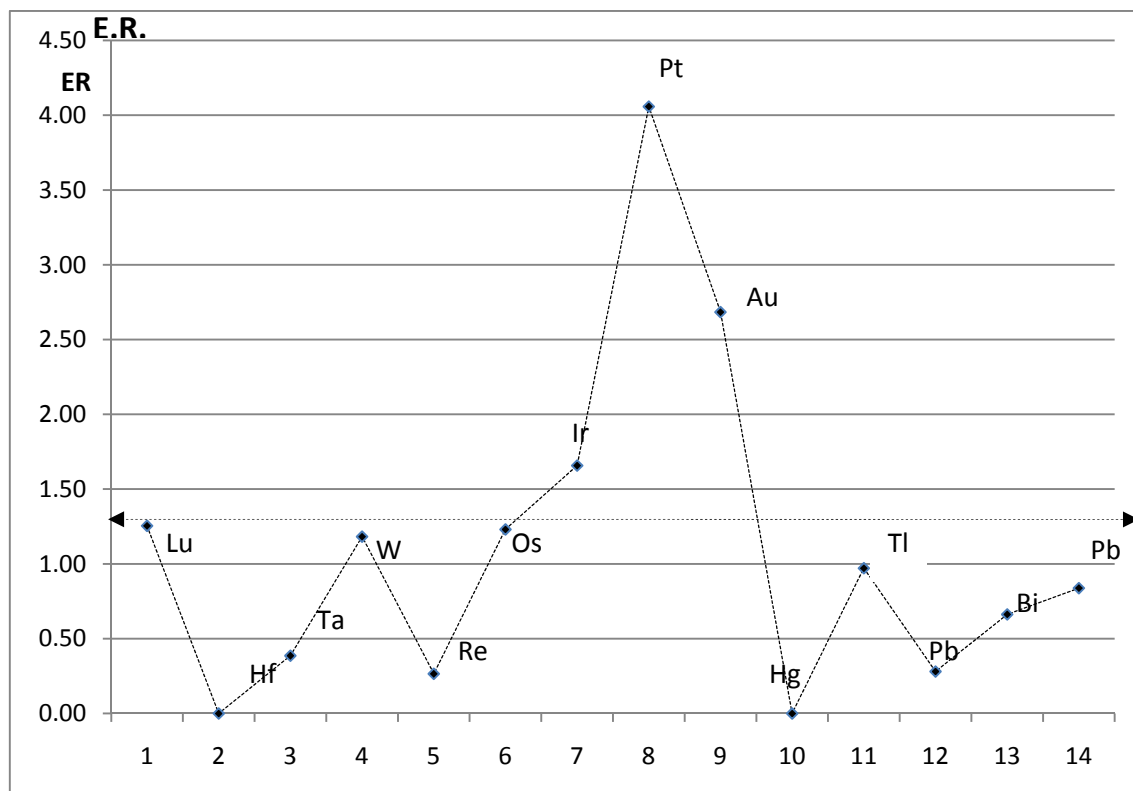


Fig. N°7. Valores de E.R. (eje Y) para cada uno de los catorce elementos, desde el Lu al Pb, datados de la Tabla N° 19.

Con ello el Ir, Pt y Au, pertenecientes a los grupos 9, 10 y 11, ahora son identificados como los grupos relativistas 7, 8 y 9. Sin embargo, el G = 7 ya existe en dicho block, donde el Re muestra propiedades muy distintas al Ir. Este es muy semejante al Pt y al Os, pertenecientes al G=8; forman una triada de elementos por sus propiedades homogéneas, cuyo grupo homologo es Go= 8. Así el Au es descrito distinto por el grupo relativista G=9, mientras el Hg se mantiene debajo del Zn y Cd con G=12.

Tabla N°20. El valor del Grupo y de las Propiedades del Os, Ir y Pt, por acción del ER y la Homologación

	Re	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	Au
G	7	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	11
G y E.R.	7	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
G, E.R. y Homologación	7	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EN	1.9	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	2.4
RA (A°)	1.37	<b>1.35</b>	<b>1.36</b>	<b>1.38</b>	1.44
E.I. (kJ/mol)	760	<b>840</b>	<b>880</b>	<b>870</b>	890
C (Jmol/K)	25.5	24.7	25.1	25.9	25.4
AE (kJ/mol)	14.5	106.0	150.9	205.0	222.8

El Block 4f está dividido en tres agrupaciones con EN, E.I. y RA específicos. La primera es el grupo G=3 (La) y en los lantánidos encontramos a las otras dos agrupaciones; una que comprende del Ce al Eu y la otra del Gd al Yb. Esto se debe a una división íntimamente relacionada con los Actínidos, al calcularse el valor del  $ER_{5f}$  en función de la EN, E.I. y RA comparada entre los block 4f y 5f. (Observar propiedades en Tabla N° 21.)

$$ER_{5f} = \frac{(EN \cdot EI / RA)_{5f}}{(EN \cdot EI / RA)_{4f}}$$

Tabla N°21. División del Block f, según el  $ER_{5f}$ , sea menor a 1.00, entre 1.00 y 1.18 o mayor a 1.18.

RA	1.87	1.81	1.82	1.82	1.83	1.66	2.04	1.79	1.77	1.77	1.76	1.75	1.74	1.92
E.I.	538	528	523	528	536	543	547	592	564	572	581	589	589	603
EN	1.10	1.12	1.13	1.14	1.13	1.17	1.10	1.20	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.20
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
$ER_{5f}$	0.91	1.30	1.45	1.67	1.29	1.20		1.06	1.15	1.13	1.17	1.12	1.12	1.15
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
EN	1.10	1.30	1.50	1.70	1.30	1.30		1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
E.I.	490	590	570	590	600	585	578	581	601	608	642	627	635	642
RA		1.82	1.63	1.56	1.56	1.63								

Así, el block 5f está dividido en tres agrupaciones (Fig.N°8): en la primera esta el Ac, correspondiente a los elementos del tercer grupo de cada periodo, con  $E.R.<1.00$  (o sin E.R.). La siguiente de aquellos con  $1.00<E.R.<1.18$  o de bajos E.R. y casi homogéneos de 1.06 a 1.17 (desde el Cm hasta el No) con I.R. moderados. Mientras la otra corresponde a valores altos de  $E.R.>1.18$ , todos muy heterogéneos y que oscilan de 1.20 a 1.67 (del Th al Am), con I.R. altos.

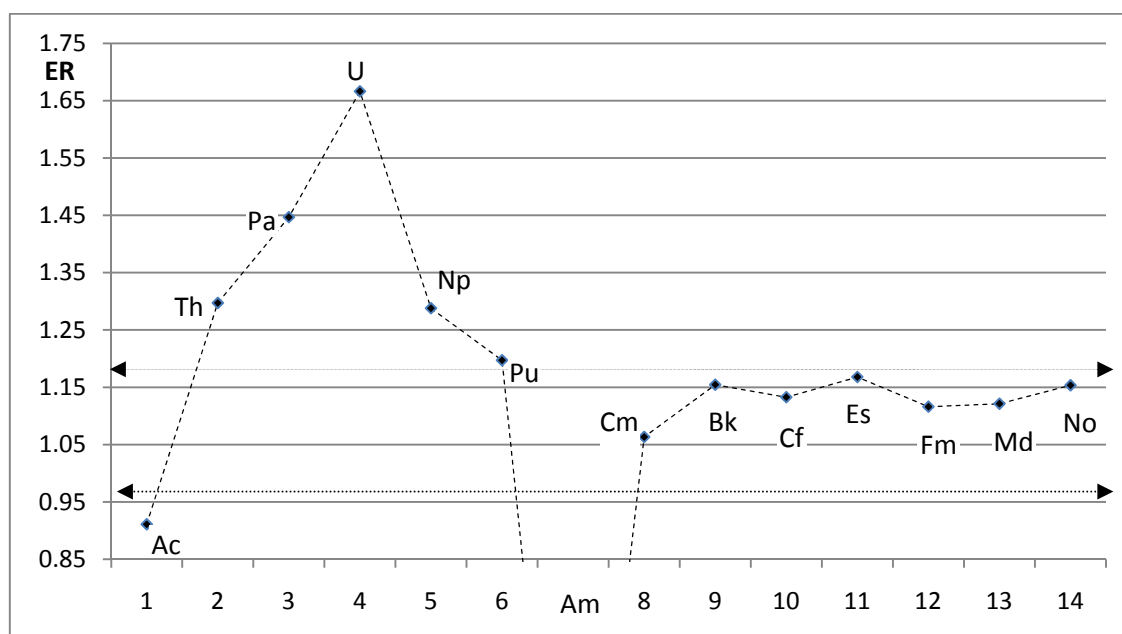


Fig.N°8. Valores del E.R. (eje Y) de cada elemento del Block 5f, registrado en la anterior Tabla N°21. El Am carece de datos.

Se resalta el hecho que, los elementos desde el Th hasta el Am tienen un menor R.A. que el elemento del periodo anterior, manifestando la contracción del orbital ns, y esta es la razón por la que llegan hasta el Am con la máxima cantidad de valores de los E.O. Sin embargo esta primera Semi serie de actínidos es de una química muy heterogénea, y merece describirla con valores de grupo heterogéneos relativistas (TablaN°22).

Tabla N° 22. Primera Semi serie actínida y su configuración electrónica teórica y relativista en el valor del Grupo.

Configuración $7s^2 5f^w$ teórico	$s^2 f^1$	$s^2 f^2$	$s^2 f^3$	$s^2 f^4$	$s^2 f^5$	$s^2 f^6$	$s^2 f^7$
G teórico	3	4	5	6	7	8	9
E.O.	3	4	4,5	3,4,5,6	3,4,5,6	3,4,5,6	3,4,5,6
Incremento relativista de G	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2
G Relativista	3	2	3	4	5	6	7
Configuración $6d^x 5f^y$ Relativista	$7s^2 6d^1$	$6d^2$	$6d^1 5f^2$	$6d^1 5f^3$	$6d^1 5f^4$	$5f^6$	$5f^7$
Semi serie	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am

Se puede afirmar, que el E.O. máximo teórico; es igual a la suma real de los electrones pertenecientes a los orbitales s + f + d. Así mismo, desde el Th hasta el Am, el efecto relativista conjunto de los  $ns^2$ , pone el valor del grupo con un par de unidades menor, o igual al número de electrones en los orbitales d y f, relativamente expandidos. Sin embargo, en el Ac, el efecto relativista conjunto de los  $ns^2$ , no es prominente ( $ER_{5f} < 1$ ), representándose en la contabilidad de los dos electrones del  $7s^2$ , en el valor del grupo.

Por lo cual se puede aseverar, lo siguiente,

### **Enunciado N°3**

*El tercer grupo de cada periodo, en el valor de grupo tres, es un discriminantes entre elementos con alto y bajo grado del efecto relativista.*



## IV.5 EL GRUPO 7 Y LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN

En la Tabla N°23 y 24, se resalta al grupo 7, tal que el primero de cada block, corresponde a la suma de los electrones del subnivel que está completándose en un block y el par de electrones del subnivel s; disminuido en un múltiplo de este par (0, 2, 4) por causa del grado que se manifieste el E.R. en el nuevo block que aparece cada par de periodos; cero en los block p y d; disminuidos en dos para el block f y disminuidos en cuatro para el block g. Debido a esto, se genera un aproximado patrón cíclico en los E.O. (TablaN°24) *Este comportamiento muestra la estructura primaria de la T. P., basada en la clasificación de los grupos según su E.O. Y el*

### Enunciado N°4

Entre los grupos polivalentes de cada block, el grupo 7, se distingue por contener la máxima cantidad de estados de oxidación, en un block.

Tabla N°23. Tabla Periódica en que se muestran los grupos 7, y los E.O. de los elementos <sup>(41)</sup>.

[illegible]

Ce 3,4	Pr 3	Nd 3	Pm 3	Sm 2,3	Eu 2,3	Gd 3	Tb 3,4	Dy 3	Ho 3	Er 3	Tm 2,3	Yb 3,2	Lu 3
2 Th	3 Pa	4 U	5 Np	6 Pu	7 Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
4	4,5	3,4,5,6	3,4,5,6	3,4,5,6	3,4,5,6	3,4	3,4	3,4	3	3	3	2,3	3

Tabla N°24. Evolución de los Grupos, y surgimiento del Grupo 7, en función del Efecto Relativista.

Table 1. Evolution of the groups, beginning with the group 1, in function of the relative effect.

## IV.6 LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN EN EL BLOCK f

A diferencia de los demás blocks, se da un ordenamiento de los E.O. que es simétrico en las dos mitades del block f. Los siete elementos de cada mitad, tiene propiedades con un grado de homogeneidad que se manifiesta en la proximidad de sus E.O. a un patrón referencial, mostrado en la Tabla N° 25.

Tabla N° 25. Patrón referencial de los E.O., para los elementos de la primera y segunda mitad del block f.

Secuencia de los elementos	1	2	3	4	5	6	7
							2
Estados de	3	3	3	3	3	3	3
oxidación		4	4				

Dicho patrón referencial es mayoritariamente de E.O. 3, para siete elementos. Sin embargo, en el segundo y tercer elemento también se da el E.O. 4 con la particularidad de ser un estado de oxidación que tiende a tornarse en E.O. 3, donde el E.O. 2 del séptimo grupo de la primera y segunda mitad del block f, tiende a ser estable, identificando al de mayor cantidad de E.O. Este patrón referencial de E.O. se basa en la simetría de los E.O. existente, tanto en la primera como en la segunda mitad del block 4f. <sup>(42)</sup> (Tabla N°26 y 27).

TablaN°26.Patrón referencial en los E.O. de los siete primeros Lantánidos.

	1	2	3	4	5	6	7
Elemento	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu
Estados						2	2
de	3	3	3	3	3	3	3
Oxidación		4	4				

Tabla N°27.Patrón referencial en los E.O. de los siete segundos Lantánidos.

	1	2	3	4	5	6	7
Elementos	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Estados						2	2
de	3	3	3	3	3	3	3
Oxidación		4	4				

Así mismo, en la primera mitad del block 5f, desde el Ac hasta el Am, se encuentra contenido el patrón referencial de E.O., pero expandido a E.O. mayores y ausente el E.O. 3 en el Th y Pa como el E.O. 2 en el Am, distando del patrón referencial (TablaN°28).

Tabla N° 28. Primera y Segunda mitad del block 5f mostrando su Relación con el Patrón referencial.

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Elemento	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
											2			2
Estados	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
De		4	4	4	4	4	4	4	4	4				
Oxidación			5	5	5	5	5							
				6	6	6	6							

Sin embargo, los E.O. de la segunda mitad de los actínidos, desde el Cm hasta el No, es muy similar al patrón referencial de estados de oxidación mostrado en los Lantánidos (TablaN°28).

La similitud de la segunda mitad de los actínidos respecto del patrón referencial de E.O., con antecedente en el block 4f, es una evidencia del por qué se vincula la segunda mitad de los actínidos con los lantánidos. En los elementos posteriores al Americio se manifiesta una homogeneidad en la electronegatividad, en la disminución del número de orbitales d y la cantidad de estados de oxidación. Estos son similares a los E.O de cada Semi block de los lantánidos homogéneos en el E.O. 3 y por tanto se relaciona con el valor de grupo homologo tres, que es el que mejor los identifica.

Así mismo, debido a la alta similitud en la distribución de los estados de oxidación que tienen los dos Semi block de los lantánidos respecto del segundo Semi block de los actínidos, es que existe una distribución gradual de valores en cada una de estas, vinculadas secuencialmente.

Tabla N°29.Relación del primer y segundo semi block 4f con el segundo semi block 5f, según la E.N., R.A. y E.I.

	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
EN	1.10	1.12	1.13	1.14	1.13	1.17	1.10	1.20	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.20	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
RA	1.87	1.81	1.82	1.82	1.83	1.66	2.04	1.79	1.77	1.77	1.76	1.75	1.74	1.92							
EI	538	528	523	528	536	543	547	592	564	572	581	589	589	603	581	601	608	642	627	635	642

Al dividir los Lantánidos en dos Semi block; en el primero, del Ce al Eu, sus E.I. no superan los 550 kJ/mol, con una E.N. alrededor de 1.1 y radios atómicos alrededor de 1.8 Å. El segundo lo hace desde los 550 hasta los 600 kJ/mol con E.N. aproximadas de 1.2 y R.A. alrededor de 1.7 Å. En relación al segundo semi block de los actínidos, sus E.I. superan los 600 kJ/mol, con E.N. 1.30 y R.A. esperado alrededor de 1.6 Å debido al poco aumento de la E.N. y el mayor incremento de la E.I. en relación a los lantánidos correspondientes. El radio atómico en las tres divisiones de la tabla N°30, muestra la tendencia en los valores de los radios atómicos para los post-americios.

Tabla N°30.Valores referenciales de la E.N., R.A. y E.I., obtenidos de la Tabla N°29

Semi Block	7 Primeros Lantánidos	7 Segundos Lantánidos	7 Segundos Actínidos
G	3	4	5-2 = 3
EN	1.1_	1.2_	1.30
RA (Å)	1.8_	1.7_	1.6_
E.I. (kJ/mol)	500-550	550-600	600-650

De todo lo anterior se evidencian 3 Semi Blocks vinculados y muy bien diferenciados. Cada uno agrupa a elementos con propiedades homogéneas y representadas por su grupo homologo (Go). El primer Semi Block, de Go=3, el segundo de Go=4 y el tercero (segundo Block actínido) de Go=5 pero debido al E.R. con dos unidades menos Go=3, confirmando el E.O. 3 que lo homogeniza y como el valor de grupo mas característico de los primeros 7 Lantánidos, con los cuales frecuentemente se les relaciona <sup>(43)</sup>. Esto tiene relación en la cantidad de elementos con los E.O. 3,4 y el estricto orden preferencial de los E.O. 2,3 en el Europio y Nobelio frente al Yterbio con E.O. 3,2; además de la estrecha diferencia de pesos atómicos que existe entre los primeros 7 lantánidos que hace eco en los segundos actínidos, permitiendo establecer los Grupos desde el Ac hasta el Lr.

Tabla N°31.Grupos de los elementos desde el Ac hasta el Lr. ( Parte referida de Tablas N° 22)

G	3	2	3	4	5	6	7	3	3	3	3	3	3	7	3
Elemento	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Todo lo anterior pone en evidencia la marcada diferenciación entre las propiedades de los primeros frente a los segundos siete elementos del block 4f y 5f.

## IV.7 EL BLOCK 4f Y SUS GRUPOS

Al considerar el periodo 6, se encuentra al block s seguido del block 4f, cuyos orbitales en sus formas angulares y en las orientaciones espaciales que tiene, son responsables del grado de afinidad hacia el core, y de la moderada contracción radial que conduce a una moderada homologación radial y de las propiedades, como el E.O. 3, desde el Lantano hasta el Lutecio <sup>(44)</sup>.

### Enunciado N°5

Las formas angulares y las orientaciones espaciales que tienen los orbitales 4f, son los responsables de la homologación de propiedades, de los elementos desde el Lantano al Lutecio,

En la serie de los lantánidos se tendrán dos grupos para el dominante E.O. 3. La primera mitad corresponde a los orbitales con electrones desapareados con mayoritario valor de grupo 3 y la segunda mitad con un electrón adicional conformando los orbitales con electrones apareados y por tanto con mayoritario valor de grupo 4, extendiéndose hasta el Lu de propiedades semejantes.

Tabla N°32. Valores de los Grupos del primer y segundo semi block 4f y del Lutecio.

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3	3	3	3	3	3	7	4	4	4	4	4	4	7	4

Esta analogía, es correspondida, por la relación inversa, entre el número de coordinación y el E.O. asociado directamente al valor del grupo. Esto se observa, al tender el número de coordinación 9, a los elementos del primer semi block con valor de Grupo 3 y el número de coordinación 8, a los elementos del segundo semi block de Grupo 4. <sup>(45)</sup>

La secuencia repetitiva de E.O. 2, 3 y 4, separa al Block en 2 mitades, considerando que si bien el E.O. 4 tiende a cambiar a un E.O. 3, ello también ocurre en el E.O. 2 que tiende al E.O. 3 para el caso del Sm y Tm. Sin embargo no ocurre necesariamente en el caso del E.O. 2; que es competitivamente estable en el caso del Eu e Yb, mejorando la identificación del primer y segundo grupo 7 con aquellos elementos de mayor cantidad de E.O.

Tabla N°33. Patrón referencial en los E.O entre el Ba y el Hf.

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	
Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
	5d <sup>1</sup>							5d <sup>1</sup>							5d <sup>1</sup>	
2						2	2						2	2		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		4	4						4	4						4

Debe referirse que la primera y segunda agrupación, inicia con un elemento monovalente de E.O. 3 y teniendo en su configuración electrónica un electrón en el subnivel 5d, mientras la tercera agrupación conformada por el Lu, e iniciada también con un electrón en el subnivel 5d, es adoptada por la segunda, extrapolación que tiene su explicación en el radio atómico.

Por otro lado, el tamaño del radio atómico muestra una relación inversa con la cantidad y el número de estado de oxidación que tomará el elemento; como referente a establecer el valor del grupo, el cual explica, por que los elementos están agrupados entre si por sus propiedades.

Una aplicación directa puede encontrarse en una fina discriminación radial, mucho más detallada que la expuesta en la Tabla N°31, la cual agrupa diferenciadamente a los elementos desde el Lantano hasta el Lutecio. Esta puede ser observada, al graficar el Radio Atómico R.A. en el eje Y para cada uno de los elementos del sexto periodo representados por el valor ordinal de su grupo G en el eje X.

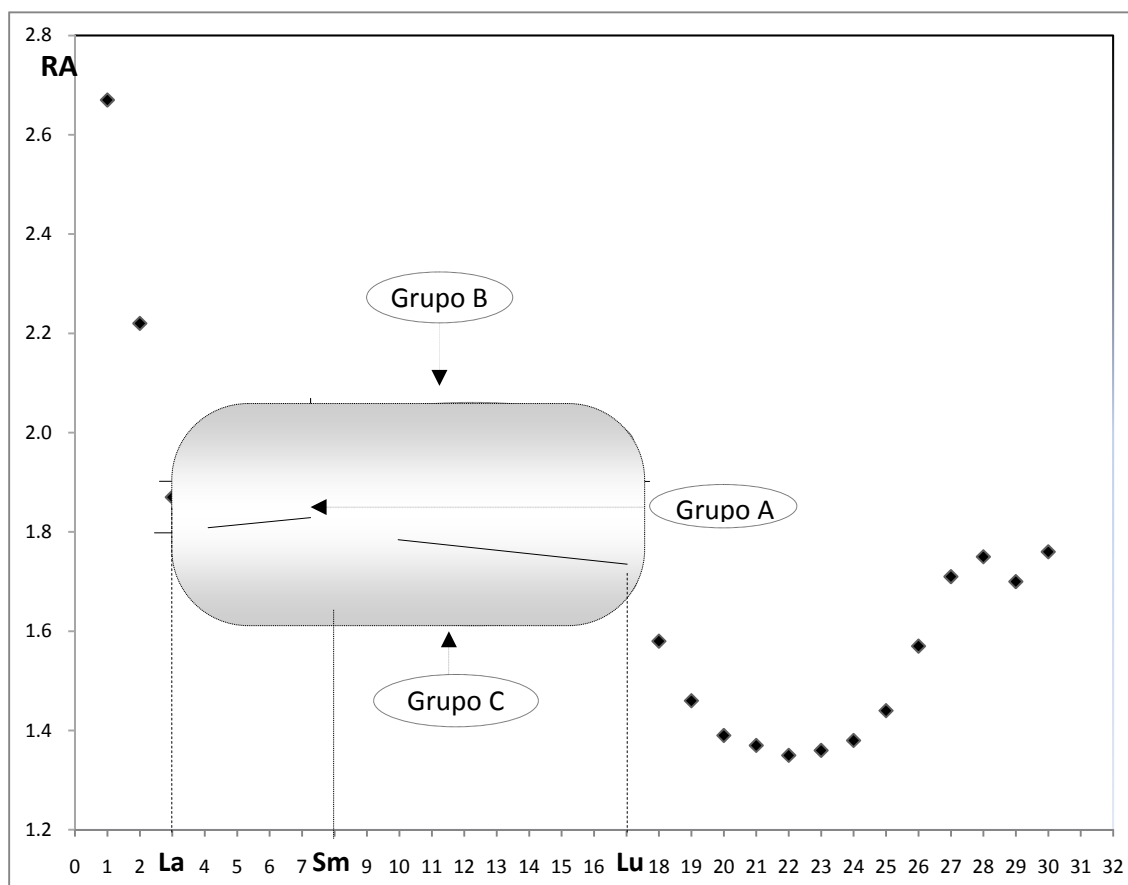


Fig. 9. Gráfica de la relación entre la agrupación de elementos y el valor del grupo establecido en la Tabla N°33.

Al agrupar a dichos elementos en relación a valores altos medios y bajos del radio atómico, se tiene tres Grupos bien diferenciados. Al Grupo A conformado por 5 elementos: Lantano, Cerio, Praseodimio, Neodimio, y Prometio; con valor de grupo 3, donde sus cuatro últimos elementos se corresponden linealmente, y a su vez el primero y último pertenecen a un trazo elíptico con el Lantano. El Grupo B conformado por dos elementos: Europio e Yterbio; ambos pertenecientes al grupo 7 y el Grupo C conteniendo a ocho elementos: el Samario, Gadolinio, Terbio, Disprosio, Holmio, Erblio, Tulio y el adicionado Lutecio. Estos siete últimos forman parte de una correspondencia lineal, sin embargo el primero y último pertenecen a un trazo elíptico con el Samario, para el cual se descubre, que pertenece a la zona del Grupo C, cuyo valor de grupo es 4, y no a la zona del grupo A, conduciendo a los valores de los Grupos, (Tabla N° 34).

Tabla N°34. Valores de los Grupos del primer y segundo semi block 4f y del Lutecio.

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3	3	3	3	3	4	7	4	4	4	4	4	4	7	4

## IV.8 EL BLOCK 6d Y SU ESTADO DE OXIDACIÓN HOMÓLOGO

La homologación en el block 4f con el mayoritario E.O. 3, y disminuida moderadamente en el block 5f, presenta sin embargo, los E.O. 4 y 5 que empiezan a surgir, al incrementar su población del block 4f, al block 5f; como anticipación de su probable predominancia en el siguiente block 6d y block 7p, respectivamente.

TablaN°35. Población de los E.O. en los Block nf, según el valor de n.

	E.O.	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Block 4f</b>	<b>Población por E.O.</b>		4	15	3				
<b>Block 5f</b>	<b>Población por E.O.</b>		2	13	9	5	4		

TablaN°36. Aparición del E.O. 4, con el grado de Homologación, al aumentar de Periodo.

<b>P=4</b>	<b>Block3d</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
	<b>G</b>	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>EO</b>	4	4		4					
<b>P=5</b>	<b>Block4d</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>
	<b>G</b>	4	5	6	7	8	8	10	11	12
	<b>EO</b>	4		4		4	4	4		
<b>P=6</b>	<b>Block5d</b>	<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>
	<b>G</b>	4	5	6	7	8	8	8	9	12
	<b>EO</b>	4		4	4	4	4	4		
<b>P=7</b>	<b>Block6d</b>	<b>Rf</b>	<b>Db</b>	<b>Sg</b>	<b>Bh</b>	<b>Hs</b>	<b>Mt</b>	<b>Ds</b>	<b>Rg</b>	<b>Cn</b>
	<b>G</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	<b>EO</b>	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO	CUATRO

Por otro lado, en los elementos con electrones desapareados del block nd la población de E.O. 4 varía poco. Sin embargo, en los elementos con electrones apareados, el incremento en la población de E.O. 4 aparece al aumentar el periodo (número de niveles), y esta relacionado directamente con el mayor grado de homologación y el aumento del número atómico Z es decir de izquierda a derecha. Debido a eso en el block 3d hay 3 elementos con E.O. 4, en el block 4d hay 5 y en block 5d hay 6, esperándose por motivo de los elementos con antecedentes de tener E.O. 4 desde el grupo 4 hasta el 10, que en el block 6d del periodo 7, existan por lo menos 7 elementos con E.O. 4.

En el grupo 11 y 12 del block d, no existen antecedentes de elementos con E.O. 4. Sin embargo, análoga a la contracción del 6s en el Au y el Hg, es probable que ocurra conjuntamente con la contracción del 7s, para los elementos Rg y Cn, un aumento en la cantidad de los E.O. por elemento, generando el E.O. 4, e incorporándolos en homologación con los demás elementos del block 6d y grupo homólogo 4. Todo esto también puede visualizarse mediante un análisis de la tendencia de las poblaciones de los E.O. con el aumento del periodo, donde la población de cada E.O. varía con el aumento de número de niveles n en el block nd. Así, los E.O. 2 y 3 disminuyen y los E.O. 5, 7 y 8 aparecen ligeramente minimizados, sin embargo, el E.O. 6 aumenta moderadamente (Tabla N°37), mientras el E.O. 4 lo hace considerablemente frente a la tendencia de los E.O. de bajo valor.

Tabla N°37. Población de los E.O., en los block nd, según el valor de n.

E.O.	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 3d / Población por E.O.	1	9	8	3	1	2	1	0
Block 4d / Población por E.O.	1	4	5	5	2	2	1	1
Block 5d / Población por E.O.	2	4	5	6	2	4	1	1

## IV.9 EL BLOCK 7p Y SU ESTADO DE OXIDACIÓN HOMÓLOGO

Reforzando la tendencia del E.O. 5 en los elementos del block p, del periodo 7, la contracción conjunta de los orbitales s y p que definen a su vez el tamaño del átomo darían lugar a la aparición de E.O. menores; sin embargo es mas probable que sea análoga a la aparición de estados de oxidación mayores como en los primeros actínidos de su mismo periodo. En todo caso, ante la aparición de E.O. menores 1, 2 y 3 o E.O. mayores 6, 7, y 8, es mas probable la predominancia de los E.O. de valor intermedio 4 y 5, cuya tendencia al aumento del E.O. 5 registrada en la Tabla N°38 prevalece ante la tendencia al decrecimiento del E.O. 4 que ya es representante del block d. Así mismo el efecto relativista conjunto de los subniveles  $ns^2$ , también explicaría la aparición del E.O. 5, ya que la contracción radial, aumentaría la densidad electrónica entre los subniveles 7p, 6d y 7s<sup>(46)</sup>, haciendo que los electrones se localicen, casi con la misma probabilidad en cualquiera de estos, aumentando la población de los E.O. Así estos E.O. homólogos son relativistas debido a que surgen de la acción del E.R. en la contracción radial.

Tabla N°38. Población de los E.O., en los block np, según el valor de n.

EO	1	2	3	4	5	6	7	8
Block 2p / Población por E.O	1	3	2	2	1	0	0	0
Block 3p / Población por E.O	2	1	3	3	2	1	1	0
Block 4p / Población por E.O	1	2	3	3	2	2	1	0
Block 5p / Población por E.O	1	3	3	2	2	1	1	0
Block 6p / Población por E.O	2	3	3	2	2	1	1	0

Por otro lado, frente a la tendencia descendente de los E.O. 4, 6, 7, y 8, que ocurre en los block np, se observa en la Tabla N°38, como tendencia predominante, el “aumento constante” de los E.O. 3 y 5 como los más probables, donde el E.O. 3 sería el previo aviso al siguiente block f que lo representa, quedando el E.O. 5 como representante mas probable del block 7p y dejando el “aumento irregular” del E.O. 2 como un valor previo a convertirse en el más probable representante del block g, del octavo periodo.

## IV.10 ESTADO DE OXIDACIÓN FRECUENTE DE CADA BLOCK HOMÓLOGO

Es posible relacionar el número total de orientaciones ( $M_L$ ) de los orbitales (o) de un subnivel correspondiente a un block, con el número total de elementos que lo conforman en homologación de propiedades, y con el E.O. común en estos, que define el valor del Grupo homólogo ( $G_o$ ) de estos. De ahí que, sería reconocido, el E.O. predominante, con el  $M_L$  del subnivel asociado a cada block; para el block f ( $M_L=7$ ) el E.O. 3, para el block d ( $M_L=5$ ) sea el E.O. 4, para el block p ( $M_L=3$ ) el E.O. 5 y para el block g ( $M_L=9$ ) el E.O. 2, antecedendo al block f (E.O. 3). Es importante referir, que los subniveles se suceden cíclicamente, y que al asociar el E.O. homólogo relativista a un subnivel es posible establecer una relación grafica en la figura N° 10.

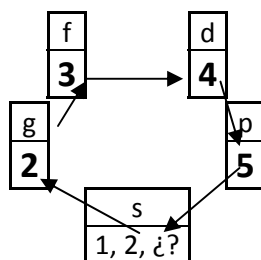


Fig. N°10. Secuencia de E.O.,  
Para cada subnivel.

Conocidos los E.O. 1 y 2 no relativistas en los elementos de radios menos contraídos de cada periodo correspondientes al block s, faltaría conocer el E.O. relativista y el respectivo Grupo homólogo,  $G_o$ , correspondiente a un grado de contracción radial, tal que permita el aumento de la cantidad de E.O.

Siendo el orbital f, con el cual se inicia la homologación, que tiene como grupo homólogo a  $G_o=3$ , le seguiría el inmediato block d con  $G_o=4$ , seguido por el block p con  $G_o=5$ . Si estos blocks continuaran en un periodo (P. a), se esperaría que la electronegatividad continuara incrementándose en el siguiente block con  $G_o=6$ . Este correspondería al block s y tendría un hipotético E.O. máximo principal de  $6+$  y/o su E.O. complementario  $2-$ ; es decir  $6+/2-$ , tal como ocurre con los halógenos  $7+/1-$  ( $G=7$ ) o los anfígenos  $6+/2-$  ( $G=6$ ). Sin embargo, después del block p, no continúa el block s para finalizar el periodo correspondiente (P. a); por el contrario se inicia en un nuevo período (P. b) con elementos del block s, que contrariamente tienen baja electronegatividad, y cuyo mas probable E.O., sería  $2+/6-$ , con  $G_o=2$ .

Tabla. N°39. El Orbital (o), su  $M_L$  y  $G_o$   
Para un Período P. A y P. b.

o	$M_L$	$G_o$ del P. a	$G_o$ del P. b
s	1	6	2
p	3	5	
d	5	4	
f	7	3	
g	9	2	

En un último periodo hipotético, de una alta cantidad y densidad de niveles, podría iniciarse un superblock conformado por los subniveles s y g de  $G_o=2$ , cerrándose el círculo de homologación, y el crecimiento de la tabla periódica, al anularse el valor de Grupo 3, del tercer grupo de ese periodo (*Enunciado 1*).

Esto induce a considerar que en ese ultimo periodo el superblock homólogo s + g, estaría conformado por elementos del subnivel s cuyo  $M_L$  sería homólogo al  $M_L$  del subnivel g, al ser estos de propiedades atómicas homólogas, y al tener tal grado de contracción radial que los electrones estarían en igualdad de probabilidad en el orbital s o g, equiparando el  $M_L$  de ambos subniveles. Todo lo anterior conduce al homólogo E.O. 2, al grupo homólogo  $G_o=2$ , y al  $M_L=9$  para el subnivel s, obteniéndose la siguiente información comparada con los demás subniveles bajo circunstancias relativistas, en la tabla N° 40, y el correspondiente enunciado.

Tabla N°40.  $M_L$  E.O. y  $G_o$   
de cada orbital

orbital	$M_L$	E.O.( $G_o$ )
s	9	2
p	3	5
d	5	4
f	7	3
g	9	2

### **Enunciado N°6**

*El valor del Grupo homólogo correspondiente al Estado de Oxidación relativista predominante en un block homologo, definido por la homologación de las propiedades de todos sus elementos, es inversamente proporcional al número de orientaciones totales del subnivel que representa.*



## IV.11 LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN Y EL PERIODO

Así como se ha establecido anteriormente una relación entre los estados de oxidación y los block por medio del número de orientaciones totales de los orbitales de cada subnivel, es posible establecer una relación entre los estados de oxidación y los periodos.

Esta puede observarse en la tendencia a los E.O. mayores, en todos los periodos de la tabla periódica (Tabla N°41), donde cada uno de los E.O. pertenece a un periodo específico en el que inicia su aparición. De este modo, en el primer periodo sólo existe E.O. 1 y en el segundo periodo aparecen hasta el E.O. 5. A partir del tercer periodo se incrementan hasta el E.O. 7 y en el quinto periodo aparece el E.O. 8.

Tabla N° 41. Población de cada E.O. para todos los Periodos

EO	1	2	3	4	5	6	7	8
Periodo1/ Población por E.O	1							
Periodo2/ Población por E.O	3	4	2	2	1			
Periodo3/ Población por E.O	3	2	3	3	2	1	1	
Periodo4/ Población por E.O	3	12	11	6	3	4	2	
Periodo5/ Población por E.O	3	8	8	6	4	4	2	1
Periodo6/ Población por E.O	5	14	22	10	4	5	2	1
Periodo7/ Población por E.O	1	2	13	10	5			
Periodo8/ Población por E.O								

Deduciéndose el siguiente enunciado.

### **Enunciado N°7**

*Cada uno de los E.O. inicia su aparición en un periodo específico, los E.O. menores aparecen en los primeros periodos y los de E.O. mayores en los últimos.*

## IV.12 PERIODO DE ORIGEN DE CADA SUBNIVEL Y EL NÚMERO DE SUS BLOCKS

Los blocks hacen su aparición por primera vez en determinados Periodos con un contenido propio de cantidad de blocks N, así el block p lo hace en el periodo 2 con 2 blocks, el block d hace su aparición por vez primera en el cuarto periodo que contiene 3 blocks, el block f lo hace en el sexto periodo con 4 blocks y el block g en el octavo periodo con 5 blocks.

Tabla N° 42. Relación del Número de Blocks N en los periodos con cada subnivel.

P	s	p	d	f	g
1	N=1				
2		2			
3					
4			3		
5					
6				4	
7					
8					5
9					

Así, la aparición inicial de cada block, lo hace en un periodo específico y con un determinado numero de blocks N, en función de su numero azimutal  $\ell$ , o del número de orientaciones totales  $M_L$  de los orbitales del subnivel. Es decir

$$N = \ell + 1$$

Tabla N°43. Relación del Número de Blocks N en los Periodos con el Número cuántico azimutal de cada subnivel.

$\ell$	0	1	2	3	4
P	s	p	d	f	g
1	0+1				
2		1+1			
3					
4			2+1		
5					
6				3+1	
7					
8					4+1
9					

Donde, en función del número de orientaciones totales  $M_L = 2\ell + 1$ , se expresa:

El número de blocks N de un periodo esta en función del máximo número de orientaciones posible entre los elementos de un mismo número de niveles.

$$N = 0.5M_L + 0.5$$

## IV.13 NÚMERO DE BLOCKS SEGÚN EL GRADO DE HOMOLOGACIÓN

Cuando se considera la aparición inicial de cada block, estos pueden ser clasificados como aquellos (s, p, d) que apareciendo en su primera vez no manifiesten la homologación ( $h=0$ ), o aquellos (f, g) que la manifiesten considerablemente ( $h=1$ ); estableciéndose el parámetro discriminatorio de homologación “h” para subniveles.

En el caso del block s, aparece en el primer periodo que contiene 1 block no homologo. El inicio del block p es en el segundo periodo, de 2 blocks no homólogos y el block d inicia en el cuarto periodo de 3 blocks no homólogos. Por otro lado, el block f aparece en el periodo 6 con 1 block homologado; mientras que el block g aparecería en un octavo periodo con 2 Superblock homologos, un Superblock g + f y el otro probable Superblock d + p. Así, en los primeros periodos aparecen los subniveles s, p y d sin expresar un grado relevante de homologación ( $h=0$ ) relacionados con el número de blocks del mismo grado de homologación y en los últimos periodos se da inicio a los subniveles f y g, manifestando un grado relevante de homologación ( $h=1$ ), relacionados con la cantidad de block de ese alto grado. De este modo, los valores del parámetro discriminatorio de homologación “h”, tienen relación con el subnivel y el número cuántico azimutal “ $\ell$ ”, que los representa.

Tabla N°44 Parámetro “h”

	h
s, p, d	0
f, g	1

Tabla N° 45. Relación entre el Número cuántico azimutal, y la cantidad de blocks del mismo grado de homologación

$\ell$	0	1	2	3	4
P	s	p	d	f	g
Blocks (0)No Homólogos	1	$1=0+1-3*0$			
	2		$2=1+1-3*0$		
	3				
	4		$3=2+1-3*0$		
	5				
Blocks (1)Si Homólogos	6			$1=3+1-3*1$	
	7				
	8				$2=4+1-3*1$
	9				

De modo que puede deducirse el número de blocks totales del mismo grado de homologación (GH) del subnivel representado por uno de estos y que aparece por primera vez en tal periodo.

$$N_{GH} = \ell + 1 - 3*h$$

Donde, en función del número de orientaciones totales  $M_L = 2\ell + 1$ , se expresa

$$N_{GH} = 0.5 M_L + 0.5 - 3*h$$

Luego, cada subnivel (y su block) aparece con un inicial grado de homologación, en un periodo específico, conteniendo un “Número de blocks de tal Grado de Homologación,  $N_{GH}$ ” y que esta en función del número de orientaciones de este y del “parámetro discriminatorio de homologación, h”.

## IV.14 NÚMERO DE BLOCKS EFECTIVOS DE UN PERIODO

Al empezar la distribución de los elementos en la T.P., “ocurre una incipiente homologación propia de los subniveles *s*, *p* y *d*, cuando se inician en un periodo específico” y sus electrones están en una configuración electrónica específica, en el llenado de solo un subnivel formando cada uno por separado un block efectivo. En este caso, el número de blocks efectivo es directamente proporcional al número de blocks no homólogos, y debido a que fueron deducidos de subniveles de casi nula homologación es conceptualmente opuesto al parámetro discriminatorio de homologación “*h*”.

En el caso de una homologación extrema en las reempe, como se daría en los periodos ocho y nueve, con los subniveles *f* y *g*, el llenado de los electrones podría con casi igualdad de probabilidad, residir indistintamente en cualquiera de los subniveles, como si se tratase de un block efectivo, presentando una configuración electrónica probabilística. De este modo, cada block efectivo estaría conformado por un número blocks homólogos funcionando como uno, siendo el número de blocks efectivo, inversamente proporcional al número de blocks homólogos, o, conceptualmente opuesto al parámetro discriminatorio de homologación “*h*”.

El número de blocks con un grado considerable de homologación como para ser considerado un block efectivo, solo es deducido a partir de subniveles que desde su inicial aparición presentan la manifestación evidente de esta homologación (solo *f* y *g*), considerando en su extensión a aquellos subniveles (*s*, *p*, *d*) que solamente formase con estos, una configuración electrónica como si se tratase de un solo subnivel en un solo block.

Esto sucede, en los periodos 6 y 7, que a partir del subnivel *f*, tienen cada uno un block *f* moderadamente homologado definido como efectivo. En el periodo 8 se tiene que el número de blocks efectivos es también uno y ello se debe a que *g*, *f*, *d* y *p* formarían un block efectivo ( $g + f + d + p$ ), “donde los electrones podrían estar indistintamente en cualquiera de estos subniveles”<sup>(46)</sup>. Para el periodo 9, estaría conformado por 1 superblock efectivo ( $s + g$ ).

De este modo, se indican los periodos, el número de blocks efectivo  $N_e$  y el tipo de subnivel (homologo o no homologo); descritos por medio del parámetro discriminativo de no homologación *b*, opuesto al de homologación “*h*”, (Tabla N°46).

Tabla N°46. Parámetros *b* y  $N_e$  para cada subnivel y periodo.

Periodo	Subnivel	$M_L$	$b=1-h$	$N_e$
1	<i>s</i>	1	1	1
2	<i>p</i>	3	1	2
3	<i>p</i>	3	1	2
4	<i>d</i>	5	1	3
5	<i>d</i>	5	1	3
6	<i>f</i>	7	0	1
7	<i>f</i>	7	0	1
8	<i>g</i>	9	0	1
9	<i>g</i>	9	0	1

Luego, el número de blocks efectivos,  $N_e$ , definido como el número de blocks del mismo grado de homologación, del subnivel de un block en su primera aparición en la T.P., y que intervienen con sus  $M_L$  será igual a:

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)^{1-h}$$

## IV.15 PERIODO DONDE SE INICIA CADA BLOCK HOMOLOGO

Conociéndose que los block hacen su aparición inicial en un específico periodo, es de esperar que aparezca inicialmente cada block totalmente homólogo en periodos específicos. Esto, hace posible establecer una relación entre los periodos en que aparecen estos blocks homólogos con el número de orientaciones totales de sus subniveles. Basándose, en la tendencia a una homologación de propiedades en los blocks 6d y 7p del séptimo periodo, y siendo muy probable en el octavo periodo tener al primer block f homólogo, se obtiene la información en la Tabla N°47.

Tabla N°47. Relación entre el periodo de homologación (Po) donde aparece el block homólogo y el  $M_L$  del subnivel.

Subnivel	$M_L$	Po	$Po - M_L = 2^a$	a	$M_L + 2a = 7$
s	1				$1 + 2 \times a_s =$
p	3	7	4	$2^2$	$3 + 2 \times 2 =$
d	5	7	2	$2^1$	$5 + 1 \times 1 =$
f	7	8	1	$2^0$	$7 + 0 \times 0 =$
g	9				$9 + 2 \times a_g =$

A partir de la información administrada en la Tabla, son dos las ecuaciones que pueden ser formuladas:

$$Po = M_L + 2^a \quad (1)$$

$$7 = M_L + 2a \quad (2)$$

De (2) se despeja "a" y se reemplaza en (1), para calcular el Periodo homologo (Po); donde se inicia cada block totalmente homologo, formulándose la siguiente ecuación y su enunciado.

$$Po = M_L + 2^{(7 - M_L)/2}$$

### Enunciado N°8

*El periodo específico en el que aparece inicialmente cada block homólogo está en función del número total de orientaciones de los orbitales del subnivel representado.*

Donde, cada block homologo, con un grupo homólogo, se inicia en un periodo específico que se muestra en la siguiente tabla N°48.

Tabla N°48. Grupos y Periodos Homólogos (Go) y (Po), respecto de los subniveles.

Subnivel	Go	Po
s	2	9
p	5	7
d	4	7
f	3	8
g	2	9.5

De la Tabla N°48, puede inferirse en el periodo nueve, el  $Go=2$  en un superblock (s + g) homólogo, invalidando el valor de tres para el tercer grupo del periodo, como indicador del crecimiento de este y cerrándose el ciclo periódico de los grupos homólogos, en alguna parte prematura del noveno periodo.

## IV.16 FINALIZACIÓN DE LA TABLA PERIÓDICA

La finalización de la T.P. estaría fundada en la declinación del crecimiento del número de los elementos de la tabla periódica, la que se haría expresar en su oposición al indicador del crecimiento (Enunciado 1), con la extinción del valor del grupo 3 del tercer grupo. Esto revelaría que el último grupo será de valor dos, o que el grupo 2 del block s del último periodo, continuase homologado con el valor del grupo del siguiente elemento, como un superblock homologo (s + g) hasta su último elemento.

De lo anterior, la T.P., terminaría cuando al iniciar un block diferente al s, el tercer grupo del periodo con valor esperado igual a 3, se contraería al mismo valor de grupo 2 del block s; revelando la manifestación del efecto relativista en la contracción del E.O. 3 no relativista, al E.O. 2 relativista, probablemente como uno de los tantos valores de E.O. surgidos en este tercer elemento del periodo noveno.

De modo, que teóricamente en el periodo 9 se formaría un superblock (s + g), en la que el block s se homologaría por medio del grupo  $G_o = 2$  con el block g. Si el primer elemento estaría ubicado a la mitad del periodo 9, daría como último elemento el 173. Esto debido a que dicho elemento estaría entre dos partes iguales, una de ellas formada por dos elementos del block s y la segunda mitad posterior, formada también por dos elementos.

Tabla Nº 49. Últimos Elementos Probables de la T.P.

Subniveles	s	s	g	g	g
Grupos de cada Block	2	2	2	2	2
Número Atómico	169	170	171	172	173

Pero, la formula no define la *ubicación del primer elemento* del block homologado en una parte del periodo, sino a partir de que parte de un periodo en adelante es posible *localizar al block homologado*, en un periodo específico. Es así, que el block g empieza a homologarse a partir de su primer elemento, en la segunda mitad del periodo ( $P_o=9.5$ ); esto daría como último elemento al 172, ya que la primera mitad del periodo, solo estaría formada por los dos elementos del block s, y consecuentemente el periodo noveno tendría cuatro elementos.

De todo esto se deduce que debe haber un tipo de orbital, con un mínimo valor del número de orientaciones totales que se asemeje al cascaron esférico probabilístico del orbital s, donde cada electrón se ubique, con igual probabilidad, tanto en el orbital s como en aquel orbital, como si se tratara del mismo, conformando un superblock homologo efectivo.

Esta igual probabilidad asociada a ambos orbitales permite inferir que el número de orientaciones totales de ambos es homólogo para estos electrones, y así mismo, iguala el comportamiento homólogo de estos elementos en sus propiedades. Deduciéndose de lo anterior el siguiente enunciado.

### **Enunciado Nº9**

*El número de orientaciones totales del orbital g, sería el homólogo al del orbital s.*

## IV.17 EL BLOCK f Y SU HOMOLOGACIÓN GRADUAL

Un grupo puede adoptar un valor en función del E.O. relativista o no relativista del elemento, y también del grado de semejanza de sus propiedades respecto a los elementos más próximos, pudiendo ser en ese sentido el valor del grupo homólogo o no, y no ambas a la vez. Sin embargo los blocks pueden tener ambos tipos de grupos y de manera análoga sucede en los Periodos que contienen a estos tipos de blocks. Esto permite establecer el siguiente enunciado.

### **Enunciado N°10**

*Los grupos no homólogos dejan de existir para dar paso a la existencia de grupos homólogos, otorgando esas tendencias a los blocks y periodos que los contienen, sin embargo definen a un block y su respectivo periodo específico, cada uno como el vínculo de tránsito de los grupos no homólogos a los que son.*

De este modo se señala en el subnivel f, la manifestación progresiva de la homologación de manera evidente. Esto puede observarse en el block 5f que es un referente intermedio de discriminación de la homologación entre el periodo 6, de homologación parcial en el block 4f y el block 6f del periodo 8, considerado de homologación total de los elementos en sus propiedades, como se muestra en la Tabla N°50.

Tabla N°50. Grado de Homologación de los Block nf		
	Primeros 7 elementos	Segundos 7 elementos
Block 4f	Semi Homologación	Semi Homologación
Block 5f	NO Homologación	Semi Homologación
Block 6f	HOMOLOGACIÓN	TOTAL

Así mismo, se desarrolla el paso de la no homologación (Ac al Am), a la semihomologación (Cm al No) en el mismo block 5f, estableciéndose como un referente de tránsito y discriminatorio del grado de homologación (TablaN°31).

En la Tabla N° 51, se tiene al block f dividido en A (nf) y B (nf). El block 4f no esta totalmente homologo, posee dos mitades cada una denominada en semihomologación (TablaN°36). También puede observarse, que el block 5f vincula el transito de la no homologación de las propiedades de todos los elementos, de los block d y del block p del sexto periodo, a la homologación de todos estos en cada block d y p del séptimo periodo.

Tabla N°51. Grado de Homologación en los periodos seis y siete.

Periodo	Block (nf)	A(nf)	B(nf)	Blocks(d, p)
6	Lantanoides (4f)	Semihomologacion	Semihomologacion	No Homologación total
7	Actinoides (5f)	NO Homologación	SemiHomologacion	HOMOLOGACION TOTAL

*De ahí que, surge el siguiente enunciado.*

### **Enunciado N°11**

*El subnivel f es el parámetro discriminatorio del grado de homologación; haciendo al block 5f y al periodo 7 en el que se encuentra, el vínculo de transito, entre el incipiente y el alto grado de homologación, para todos los blocks y periodos.*

#### IV.18 EL PERIODO SIETE Y SU ROL DISCRIMINANTE EN LOS PERIODOS

En función del grado de homologación del block f; se observa que el block 4f, al igual que el block 5f, es de No homologación total; a diferencia del block 6f que sí es de homologación total, razón por la cual se prefiere asociar al periodo siete con los seis primeros periodos. La coexistencia y la oposición que se observa entre los siete primeros periodos y los periodos 8 y 9 se pone de manifiesto a través de un parámetro de discriminación K, de la homologación, donde el periodo 7, considerado de transito, vincula a dos regiones de la T.P. que muestran diferentes grados de homologación: Los seis primeros periodos y los periodos ocho y nueve.

Tabla N° 52. Constante  $k$  de Discriminación de la Homologación de los Periodos.

Homologación Total	No	Ambas	Sí
K	$K_{NH}$	$k_7$	$K_H$
Periodos 1 al 7	1	1	0
Periodos 8 y 9	0	1	1

Tabla N°53. Tabla Periódica propuesta en la Tesis dividida en dos subtablas.

[illegible]

De manera análoga y simplificada respecto a los grupos; se puede decir que, los periodos no homólogos existentes ( $K_{NH}=1$ ) son manifestación opuesta de la ausencia ( $K_H=0$ ) de periodos homólogos, evidenciados en la primera sub tabla (Tabla N°53) y los periodos homólogos existentes ( $K_H=1$ ) son manifestación opuesta de la inexistencia de periodos no homólogos ( $K_{NH}=0$ ), evidenciado en la segunda sub tabla; permitiendo una probable *estructura secundaria de la tabla periódica, basada en la clasificación de los periodos según su grado de homologación*.

Sin embargo, en un periodo de transición como en el periodo 7, al estar conformado por dos partes; la primera fracción del periodo en No homologación y la segunda fracción en homologación; sumarían el valor de 1, correspondiente a la totalidad. De modo que se define a la constante discriminatoria de no homologación como  $K_{NH}$  contrapuesta a la constante de homologación  $K_H$  mediante la siguiente ecuación que las relaciona.

$$K_{NH} + K_H = 1$$

Y a la totalidad del periodo 7 mediante

$$(K_{NH} + K_H) P7 = P7$$



Esto quiere decir que existen 6 periodos de no homologación con  $K_{NH} = 1$

$$K_{NH} (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6$$

Tabla N° 54. Primera Sub tabla Periódica con los siete primeros periodos.

[illegible]

Y los periodos 8 y 9 de Homologación  $K_H = 1$

$$K_H (P8 + P9) = P8 + P9$$

Tabla N° 55. Segunda Sub tabla Periódica con el octavo y noveno periodo.

[illegible]

Al adicionarse a la totalidad del Periodo 7, la totalidad de los 6 periodos de no homologación más los dos periodos de homologación 8 y 9, se conforma la totalidad de la Tabla Periódica.

$$K_{NH}(P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6) + (K_{NH} + K_H) P7 + K_H (P8 + p9)$$

De esta ultima formulación, la presencia de los periodos de No Homologación se da para el valor de  $K_{NH} = 1$  y de  $K_H = 0$  ( $K_{NH} + K_H = 1$ ). Esto representa sólo a los periodos del 1 al 7; mientras que para los periodos de Homologación, correspondientes al 8 y al 9 (además del séptimo), se darían para  $K_H = 1$ .

Tabla N°56. Tabla Periódica propuesta en la Tesis, unificando la primera y segunda sub tabla.

H	He																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
---	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### IV.19 EL NÚMERO DE NIVELES EN LA HOMOLOGACIÓN

El número de niveles esta relacionado directamente con el grado de homologación en las propiedades de los elementos. Basado en que el valor del periodo indica el número de niveles; y que de los 9 periodos establecidos, el mayor tiene 9 niveles, es posible tomar como referencia que cada uno de los 6 primeros, son de homologación incipiente o tienden a la nulidad, debido a que el primer periodo tiene 1 de los 9 niveles que como máximo se estima que pueda tener un elemento, el periodo segundo 2/9 del máximo número de niveles totales y los siguientes hasta el sexto periodo tienen una baja concentración referencial de niveles de 3/9, 4/9, 5/9, y 6/9. Sin embargo, los periodos 8 y 9 son de un alto grado de homologación que tiende hacia la totalidad, en correspondencia a la alta densidad referencial de la distribución del número de niveles que contiene cada uno; 8/9 y 9/9; del máximo total de 9 niveles. Por su parte, el séptimo periodo, con sus 7/9 (7 de 9 niveles totales), es considerado como uno de transición entre los dos tipos de agrupación de periodos, debido a la alta densidad de la distribución de los niveles, en sus últimos elementos respecto de los primeros, y que se constituye en la evidencia del tránsito, al considerable grado de homologación en los periodos 8 y 9.

De ahí, que se obtiene la densidad referencial de la distribución de niveles, de cada uno de los periodos, para toda la Tabla periódica.

$$K_{NH} (1/9 + 2/9 + 3/9 + 4/9 + 5/9 + 6/9) + (K_{NH} + K_H) (7/9) + K_H (8/9 + 9/9)$$

Pudiendo representarse de la forma siguiente.

$$K_{NH} (1/9 + 2/9 + 3/9 + 4/9 + 5/9 + 6/9) + (K_{NH} + K_H) (7/9) + K_H (8/9 + 9/9) = \frac{\sum P_{NH} K_{NH} + \sum P_H K_H}{9} = K_{PD}$$

De esta manera, surge una constante adimensional (K) que relaciona a una proporción total del número de niveles (P), respecto del tope de 9 niveles; para toda la tabla periódica. Dicha relación expresa la discriminación (D) de los periodos, en función de su tendencia a la homologación y será identificado como  $K_{PD}$ . Esto es, por que el valor de  $K_{PD}$  tiene un valor para todos los periodos de baja densidad de niveles, al ser calculados con el valor de  $K_{NH} = 1$ , siendo  $K_H = 0$ . Mientras el valor de  $K_{PD}$  es otro para todos los periodos de alta densidad de niveles, debido a que son con  $K_H = 1$  y  $K_{NH} = 0$ . Así,  $K_{PD}$  además de ser un valor total del número de niveles de todos los periodos, respecto del máximo de 9; a su vez, discrimina a cada uno de los 9 periodos en relación al grado de la homologación o no homologación de estos.

## IV.20 ASPECTO DUAL DEL NÚMERO DE ORIENTACIONES DEL ORBITAL S

La forma básica de los orbitales esta expresada por el número cuántico angular  $\ell$ , cuyo valor es tres para el orbital f, dos para el orbital d, uno para el orbital p y cero para el orbital s, donde el número de orientaciones totales  $M_L$  para los orbitales de cada subnivel f, d, p y s, es 7, 5, 3 y 1.

$$M_L = 2\ell + 1$$

Así mismo, una aproximación instantánea a la omnipresencia en todo el orbital s, se deduce al considerar que el electrón da unas  $10^{18}$  vueltas por segundo alrededor del núcleo atómico. De ahí que, a partir del centro atómico y a través de una orientación ( $M_L=1$ ), no mono dimensional y que es multieje, se considera como multipresente al electrón en todo el cascaron esférico ( $\ell \neq 0$ ), pero no una multipresencia continua como un electrón expandido, con la forma y tamaño del orbital s, sino un electrón con multipresencia discreta, por ejemplo representándose en 3000 lugares de este, a la vez y sin perder su unicidad<sup>(47)</sup>, como los vértices de un poliedro, siendo la representación mecano cuántica de su naturaleza ondulatoria.

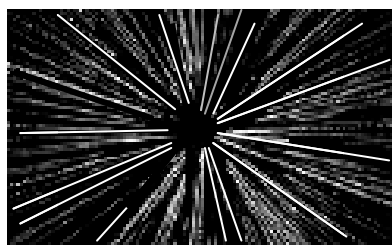


Fig. N°11. Dirección de la presencia mecano cuántica del electrón.

Sin embargo, desde el centro atómico un mono eje multiorientado podría estar señalando a la mono presente masa del electrón; como una partícula trasladándose discontinuamente dando lugar a un poliedro, cuyas intercepciones en el cascaron esférico serían las terminaciones del número de orientaciones total. Estas girando a altas velocidades, sería el equivalente a un infinito número total de orientaciones ( $M_L=00$ ). Tal concepción, es la de un observador con la misma velocidad del electrón, y así referenciada al reposo relativo<sup>(48)</sup>.

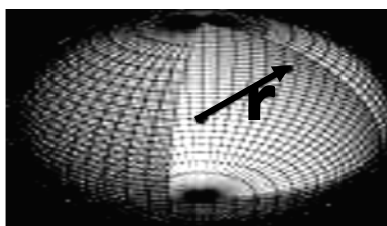


Fig. N°12. Dirección de la presencia relativista del electrón

### Enunciado N°12

*Como no se puede precisar la presencia del electrón como Onda o Partícula, se precisa la equivalencia entre ambas, al manifestar su presencia discreta en el orbital s, como los vértices de un poliedro interceptado en el cascaron esférico probabilístico.*

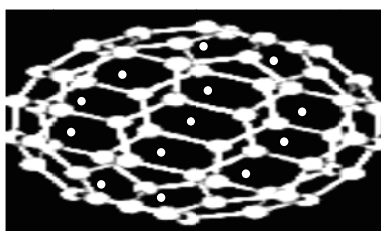


Fig. N°13. Presencia mecano poliédrica del electrón.

## IV.21 EL ORBITAL 1S Y EL RADIO DEL HIDROGENO

En el caso del H ( $1s^1$ ), asumiendo hipotéticamente que un eje multiorientado desde el núcleo (protón), guiara el movimiento del electrón.

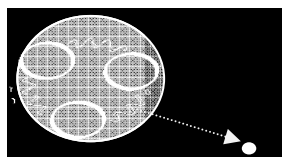


Fig. N°14. Electrón orbitando. (49)

Y describiera un poliedro interceptado en todo el cascaron esférico. Entonces el primer problema sería determinar *el número de orientaciones* que se aproxime mejor a un poliedro tal que asemeje a un cascaron esférico.

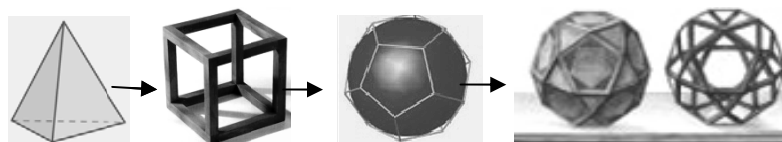


Fig. N°15. Evolución de la forma de los Poliedros de menor a mayor semejanza esférica.

Donde el número de orientaciones del orbital  $s$ , es el mayor número de orientaciones posible, que mejor se aproxime a un poliedro tal que asemeje a un cascaron esférico.

El segundo problema sería *delimitar el alcance de estas orientaciones totales*, proyectadas desde el centro del poliedro al exterior infinito. Sin embargo, un poliedro hueco; cuánto más caras con sus vértices o cuánto más número de orientaciones tenga, será más semejante al cascarón de una esfera hueca; donde la diferencia de radios  $\delta r$  entre los dos últimos poliedros, empezará a disminuir hasta un primer mínimo que discrimine entre los que tienen y no, un incremento radial constante respecto al anterior número de orientaciones.

### **Enunciado N°13**

*Para calcular el Radio Atómico del H, bastaría aproximar el número de orientaciones totales del orbital  $s$ , a aquel, que empezara a incrementar su radio con un valor mínimo y constante respecto al anterior.*

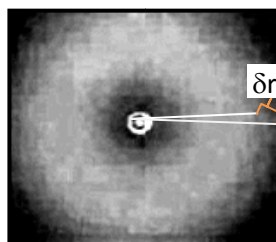


Fig.N°16. Incremento radial minúsculo de baja densidad probabilística electrónica.

## IV.22 EL NÚMERO DE ORIENTACIONES DEL ORBITAL $ns$ INTERACTUANTE

Considerando que el electrón del Hidrógeno, se encuentra en el mínimo número de una región de probabilidad, conocida como orbital  $s$ , esta es análoga a un cascarón esférico, donde se asume que existe igualdad en la probabilidad de encontrar el electrón en cualquier lugar al mismo tiempo.

Así mismo, para subniveles distintos de  $s$ , las *porciones periféricas* de cada reempe como orbital orientado a la misma distancia del núcleo, pueden representarse semejante a un orbital  $s$ , pero con un número de máximos de densidad probabilística electrónica, igual al número de orientaciones de los orbitales de estos subniveles.

También se sabe, que entre todos los orbitales deben existir espacios de equilibrio para las mínimas repulsiones electrónicas respecto del orbital anterior; tal que el número de orientaciones totales  $M_L$  de un orbital no se intercepten con los  $M_L$  del orbital anterior; manifestando de este modo la influencia de los  $M_L$  de un orbital sobre el carácter ortogonal del siguiente.

De ahí que; al interactuar el orbital  $s$  con los  $M_L$  del orbital anterior, se produzcan repulsiones electromagnéticas permitiendo definir al orbital  $s$  interactuante, como un cascaron esférico, donde existan regiones heterogéneas de mínima y máxima probabilidad electrónica. Es entonces, cuando las orientaciones  $M_L$  del orbital anterior, hacen que sea máxima (y no una) el número de las regiones de máxima densidad de probabilidad electrónica en el orbital del subnivel  $ns$ , y que por lo tanto tendrán un máximo número de orientaciones (y no uno) espacialmente ubicados en el cascaron esférico probabilístico.

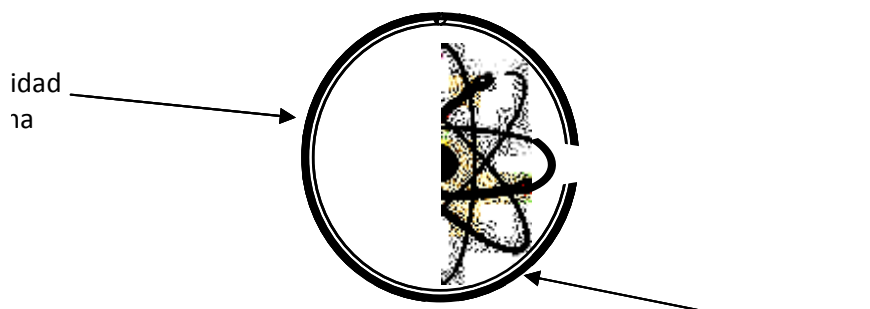


Fig. N°17. Zonas de distinta probabilidad electrónica en el Orbital  $s$ , por su interacción con orbitales de un subnivel.

Así, pudiéndose definir el siguiente enunciado.

### **Enunciado N°14**

*El orbital  $s$  interactuante, tiene distribuidos simétricamente en un cascaron esférico probabilístico, un número de reempes de máxima probabilidad mayor a uno y ortogonalmente igual al número de orientaciones totales del subnivel con cuyos orbitales interactúa.*

## IV.23 INTERACCIÓN DEL ELECTRON SOLITARIO

Todo primer electrón solitario  $ns^1$  ( $n>2$ ), con número cuántico azimutal cero, carece de un segundo electrón que como referencial, lo induzca a tomar una orientación, teniendo un  $M_L$  que puede ser medido por su interacción. Así, todo primer electrón solitario  $ns^1$  ( $n>2$ ), *interactúa ortogonalmente con el mismo número total de orientaciones* de valor tres, como respuesta a los orientados orbitales ocupados con electrones del anterior subnivel  $(n-1)p^6$ .

Tabla N°57. Interacción del sub nivel  $ns$  con el  $M_L$  del anterior.

P	$ns^1$	$ns^1$	$np^6$
1	$s^1$	$s^2$	
2	$s^1$	$s^2$	$p^6$
3	$s^1$	$s^2$	$p^6$
4	$s^1$	$s^2$	$p^6$
5	$s^1$	$s^2$	$p^6$
6	$s^1$	$s^2$	$p^6$
7	$s^1$	$s^2$	$p^6$
8	$s^1$	$s^2$	$p^6$
9	$s^1$	$s^2$	$p^6$

Análogamente, para  $n>3$ , cada electrón  $np^1$  y  $(n-1)d^1$ , está solitario, careciendo de otro electrón referencial de su subnivel que lo induzca a organizarse como orbitales  $p$  ó  $d$ . De modo, que cada electrón  $np^1$  y  $(n-1)d^1$  interactúa ortogonalmente, con un número total de orientaciones  $M_L=5$  y  $M_L=7$  respectivamente según el anterior orbital  $(n-1)d^{10}$  y  $(n-2)f^{14}$ .

Tabla N°58. Elementos con electrón solitario en la T.P. después de la ubicación del tercer grupo de cada periodo.

3	2	3	4	5	6	7	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	7	3,4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13,3	4
$no^1$																									
$B$																									
$Al$																									
$Sc$																									
$Y$																									
$La$																									
$Ac$																									

Así, el Lu y el Lr pertenecen al block  $(n-1)d$  pero debido a que su electrón diferenciador  $(n-1)d^1$  solitario interactúa adoptando ortogonalmente el mismo número de orientaciones totales de los catorce electrones, de los orbitales del subnivel  $(n-2)f^{14}$ , es que se le incluirá en la familia del block  $(n-2)f$ , expresándose con  $M_L = 7$  en el correspondiente valor del grupo del block f. Todo esto logra visualizarse después de ubicar en el tercer grupo de cada periodo al Sc e Y, dejando espacios vacíos; encima del Lu y Lr <sup>(50)</sup>.

Análogamente, el Ga, In y Tl pertenecen al block  $np$  pero debido a que su electrón diferenciador  $np^1$  solitario interactúa adoptando ortogonalmente el mismo número de orientaciones totales de los diez electrones, de los orbitales del subnivel  $(n-1)d^{10}$ , es que se les incluirá en la familia del block  $(n-1)d$ , expresándose con  $M_L = 5$  en el correspondiente valor del grupo del block d. Todo esto logra visualizarse después de ubicar en el tercer grupo de cada periodo al B y Al, dejando espacios vacíos; encima del Ga, In y Tl <sup>(51)</sup>.

### Enunciado N°15

Con excepción de los elementos del tercer grupo de cada periodo, si el primer electrón solitario de un subnivel es interactuado por las orientaciones de los orbitales del subnivel anterior, entonces interactuara adoptándolas ortogonalmente.

## IV.24 EL NÚMERO DE ORIENTACIONES DEL ORBITAL $ns^2$

A diferencia del solitario electrón periférico  $ns^1$ ; el par de electrones periféricos en  $ns^2$  se tienen en mutua referencia, centrándose el problema en determinar *el número de orientaciones* que este capacitado a adoptar y se aproxime mejor a un poliedro tal que asemeje a un cascarón esférico y para esto se recurre a la relación existente entre el subnivel  $s$  y la evolución del valor de  $M_L$  en los periodos. Esta se basa, en que cada periodo y de acuerdo a su energía relativa forma un primer block, conocido como el block  $s$ , cuyo subnivel tiene la menor energía relativa,  $E_R$ , que numéricamente es igual al valor del periodo, mientras los demás blocks tienen subniveles con una misma  $E_R$  degenerada y una unidad mayor respecto al block  $s$ , donde  $E_R$  es la suma de los números cuánticos principal y azimutal del electrón diferenciador.

$$E_R = n + \ell$$

Sin embargo, dentro de un periodo, la  $E_R$  degenerada esta definida a mantenerse constante, como condición en los blocks posteriores al block  $s$  de cada periodo.

Tabla N°59. Energías Relativas referidas a los block del Periodo 6.

Block	s	f	d	p
Subnivel	6s	4f	5d	6p
n	6	4	5	6
$\ell$	0	3	2	1
ml	1	7	5	3
$E_R = n + \ell$	6	7	7	7

Al considerar que la secuencia de llenado de electrones va de menor a mayor nivel de energía  $n$ , se evidencia que el segundo número cuántico,  $\ell$ , tenga valores de mayor a menor valor; al igual que sus correspondientes número total de orientaciones,  $M_L = 2\ell + 1$ . De modo que en un periodo, estos subniveles y sus block iniciaran adyacente al block  $s$ , con el máximo  $M_L$ , y llegaran hasta finalizar el periodo con el subnivel del mínimo  $M_L = 3$ , en el último block  $p$ . Es así que posterior a todo  $ns^2$  se define, el orden programado de aparición de los subniveles y su número total de orientaciones. Esto indica, que el periférico  $ns^2$ , es más afín a un máximo valor de  $M_L$  de los orbitales referido al block que le es adyacente. Sin embargo el  $M_L$  máximo tiene un valor específico y distinto en dos unidades mayor, cada par de periodos, después del primero, debido a que en los alcalinos térreos, al aumentar el número de niveles  $n$ , o valor del periodo, aumenta la  $E_R$  degenerada en una unidad mayor, y con eso el mayor valor de  $\ell$  y de  $M_L$  máximo del orbital referido al block adyacente al block  $s$ , conduciendo también al siguiente enunciado.

### **Enunciado N°16**

*El  $ns^2$  periférico contiene como información <sup>(52)</sup> una afinidad al máximo número de orientaciones, que es permitido para todos los elementos de su misma cantidad de niveles y que define su estructura y tamaño.*

## IV.25 NÚMERO DE BLOCKS INTERVENTORES

En la virtual existencia de los elementos del noveno periodo que tienen el más alto grado de homologación de sus propiedades, se puede decir que los electrones de su capa de valencia se ubican, con igual probabilidad, tanto en el orbital s como en el orbital g, conformando un superblock homólogo, s + g. La semejanza probabilística en ambos orbitales muestra que el número de orientaciones totales del orbital s, es homólogo al número de orientaciones del orbital g ( $M_L = 9$ ). Por otro lado, se tiene que el primer elemento de la Tabla Periódica, tiene un electrón que orbita alrededor de un protón, interactuando con las tres direcciones espaciales del campo electromagnético de cada una de las tres partículas quarks. Estos dos aspectos seleccionan al  $M_L = 9$  como el número de orientaciones homólogo o equivalente al número de orientaciones del orbital s.

De ahí que, el Hidrogeno con un electrón en el orbital 1s sería homólogo a un electrón con  $M_L = 9$ , generado por la interacción del electrón del subnivel 1s con el protón, tal que ambas partículas interactuantes no pertenecen a un mismo subnivel (*i*), ni representadas por un mismo block (*N*), donde, *Ni*, es el número de blocks que representa a cada subnivel cuyo valor de  $M_L$  interviene como información a transmitirse. Así, en el caso del Hidrógeno, siendo la interacción dada por partículas que no corresponden a un mismo subnivel representado por un solo block, sería una aproximación equivalente al valor de  $Ni = 2$ . <sup>(53)</sup>

### **Enunciado N°17**

*El número de blocks interventores (Ni) son aquellos, cuyas partículas diferenciadoras (electrones y/o protones) participan con sus  $M_L$  como información en la pendiente resultante.*

En el caso del He, ambos electrones del  $1s^2$  adoptarían el  $M_L = 9$  respecto al núcleo ( $Ni = 2$ ), debido a estar coordinados mediante el spin. En el Li, el subnivel  $1s^2$  transmitirá su  $M_L=9$  al subnivel  $2s^1$ ; interviniendo en la transmisión dos subniveles que interaccionan y representan a dos distintos block s,  $Ni = 2$ .

Para valores de  $n>2$ , todos los  $ns^1$  adoptarían un  $M_L = 3$ , transmitido a partir del subnivel anterior con el que interactúa, (n-1) p y representando a dos block, p y s, donde  $Ni = 2$ ; con lo cual es posible obtener los valores de  $M_L$  y  $Ni$  para todos los  $ns^1$ .

Tabla N°60. *Ni* y  $M_L$  para  $ns^1$

P	Ni	Ni	$M_L$	
1	n...s	2	9	H
1	n...s	2	9	He
2	n...s	2	9	Li
2	sp	2	3	Ne
3	p...s	2	3	Na
3	sp	2	3	Ar
4	p...s	2	3	K
4	sdp	3	3	Kr
5	p...s	2	3	Rb
5	sdp	3	3	Xe
6	p...s	2	3	Cs
6	sfdp	4	3	Rn
7	p...s	2	3	Fr



Así mismo, en los metales alcalinos térreos (núcleo...ns<sup>2</sup>) del block s, el periférico ns<sup>2</sup> adopta el Número de Orientaciones Totales, M<sub>L</sub>, del subnivel del próximo block del mismo periodo, siendo Ni = 2.

Tabla N°61. Ni y M<sub>L</sub> para ns<sup>2</sup>

P	Ni	Ni	M <sub>L</sub>	
2	s...p	2	3	Be
2	sp	2	3	B
3	s...p	2	3	Mg
3	sp	2	3	Al
4	s...d	2	5	Ca
4	sd	2	5	Sc
5	s...d	2	5	Sr
5	sd	2	5	Y
6	s...f	2	7	Ba
6	sf	2	7	La
7	s...f	2	7	Ra
7	sf	2	7	Ac

En el caso de los elementos posteriores al block s, el número de blocks que representa a los subniveles que intervienen, como información a transmitirse, es igual al número de blocks del periodo.

Sin embargo, y a diferencia del subnivel s que adopta el M<sub>L</sub> de otro subnivel; los subniveles posteriores al block s, tienen definidos el valor de sus M<sub>L</sub>, llevando a considerar, que el M<sub>L</sub> de estos subniveles, puedan participar del valor de un parámetro, que los requiera como información.

#### IV.26 TABLA PERIODICA DESARROLLADA DE LA TESIS

La Tabla Periodica en su forma extensa que se propone en esta Tesis, esta conformada por nueve Periodos, siendo los más pequeños el primero y el noveno, llegando a tener al block g.

Tabla N°62. Estructura de la Tabla Periódica Propuesta en la Tesis.

[illegible]

En la *Estructura Primaria o de Grupo*, se inicia con los grupos uno y dos del primer periodo encabezando con el H y He al block s, al igual que lo planteado por Langmuir y Gardner. En los periodos siguientes se da el valor de los grupos semejante a la nomenclatura de Gillespie para los blocks s, p, d, que es intermedia entre las nomenclaturas Deming y la IUPAC, sin embargo para el sexto, séptimo y octavo elemento de los block nd, se manifiesta gradualmente la homologación en el valor de grupo 8 al aumentar el número de niveles n, análogo a un gradual desarrollo de la nomenclatura Deming para estos elementos. Así mismo, en los periodos superiores, se dan el valor de los grupos aún no establecidos por la IUPAC para el block f y el block g, pero con antecedentes en Fluck y la ACS, para el valor de los grupos de los primeros siete elementos del block 5f. En lo que respecta al tercer grupo de cada periodo, esta adyacente al block s, análogo a lo realizado también por Pauling, y consecuentemente extendiéndose en un elemento más, al final del block d, f y g; efectuado de manera similar por Glenn T. Seaborg y Rihani.

En la *Estructura Secundaria o de Periodo*, se conforma a la tabla periódica por 2 subtablas discriminadas por el grado de homologación que se da en los periodos; la primera por los 7 primeros periodos, y la segunda por el octavo y noveno periodo. En este, y al igual que Pikko, se aproxima como el último elemento de la T.P. al de número atómico 172.

Estas dos estructuras partieron de un estudio de los E.O. y de considerar al Efecto Relativista en las propiedades periódicas de los elementos, y su relación inversa con el Radio Atómico. Este tiene relación directa con la distancia al núcleo, de los electrones en determinadas reempes u orbitales, en los que también participó un enfoque relativista en la naturaleza dual del electrón.

## **IV.27 METODOLOGÍA DE LAS HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Debido a que hasta hoy no se han logrado homogenizar los criterios que se deben aplicar para definir el radio atómico de los elementos químicos, se plantea la necesidad de establecer pautas que permitan la obtención de sus valores. En principio, el presente trabajo se fundamenta en la deducción de Hipótesis, retroalimentadas por conocimientos previos y propios, cada una de las cuales tienen una expresión matemática basada en principios físicos y químicos.

### **IV.27.1 PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y SUS APROXIMACIONES**

Cada átomo en su estado fundamental y número de oxidación cero, posee un núcleo, un core y niveles de valencia. En base a esto, los valores del radio atómico y la primera energía de ionización de cada elemento, se obtienen tomando como referencia al último electrón.

Por otro lado, los espectros atómicos proporcionan información experimental cuya interpretación nos permite relacionarla con las energías de los electrones en los átomos y para el propósito del presente análisis, se asume que para cada electrón existe una relación específica entre su energía de ionización y su distancia al núcleo, denominada a partir de ahora Densidad energética radial.

Así mismo, se conoce que las mayores energías de ionización corresponden a los electrones más ligados y cercanos al núcleo, y que son los de mayor Densidad energética radial, la que irá disminuyendo en aquellos electrones más alejados del núcleo. La primera y menor energía de ionización del átomo (EI1A), consecuentemente la de menor Densidad energética radial, se alcanza en la frontera con el electrón (e) menos ligado, correspondiéndole el máximo valor del radio o radio atómico (RA).

## IV.28 NUEVA PROPUESTA DE DEFINICIÓN DEL RADIO ATÓMICO

Se define al Radio Atómico  $R_A$ , como la distancia desde el núcleo atómico hasta la menor proporción que existe, entre la menor Energía de Ionización Atómica ( $EI_{1A}$ ) y la mayor distancia ( $R_A$ ) al centro del átomo, respecto de la proporción que hay entre la energía ( $E_e$ ) y el radio ( $r_e$ ), del electrón menos ligado.

$$\frac{EI_{1A} / R_A}{E_e / r_e}$$

Al considerar las dimensiones de cada uno de los parámetros, se deduce que la proporción es adimensional. Sin embargo, dado que en el denominador la energía y el radio clásico del electrón son dos propiedades que tienen valores constantes, el valor del denominador será una constante. Esto hace que el estudio del radio atómico se centre en la proporción correspondiente al numerador, ó el equivalente a multiplicar el denominador por una constante adimensional  $\alpha$ , tal que cumpla numéricamente con la siguiente igualdad

$$\alpha E_e / r_e = 1$$

Al reemplazar esta igualdad en la primera proporción, simplifica su estudio y se tiene una igualdad numérica adimensional de la densidad energética radial.

$$\frac{EI_{1A} / R_A}{\alpha E_e / r_e} = \frac{EI_{1A}}{R_A}$$

### LA DENSIDAD ENERGÉTICA RADIAL EN LA TABLA PERIÓDICA

Con algunas excepciones, en la tabla periódica se observa que la primera Energía de Ionización aumenta con el valor del Grupo; debido a lo cual la proporción que representa a la Densidad energética radial, respecto del electrón menos ligado, cumple mejor la tendencia de ser mayor cuando el valor del grupo aumenta.

#### **Hipótesis 1**

*La proporción entre la primera energía de ionización y la distancia del electrón menos ligado al núcleo, es directamente proporcional al valor del Grupo.*

$$\frac{EI_{1A}}{R_A} = k G$$

Su demostración tomará como referencia a la Ley de las Octavas de Newlands, al considerar, para su estudio, la periodicidad de las propiedades de los elementos, asociándolos por Grupos.

#### IV.29 IDENTIFICACIÓN DEL GRUPO “G” MEDIANTE LAS OCTAVAS DE NEWLANDS <sup>(54)</sup>

Actualmente, existen muchas formas de identificar a los grupos de los elementos y Newlands se planteó un orden basado en la periodicidad de sus propiedades; tal que al arreglarlos según su peso atómico, reconoció que cada siete elementos aparecían otros siete con características semejantes y que debía colocarlos debajo, como el octavo elemento. Parte de los diferentes ordenamientos se muestran en la Tabla N° 63, que contiene las Series de elementos de Newlands; y en la Tabla N° 64 se muestra la Tabla Periódica Actual y sus Grupos.

Tabla N°63 Agrupación según la Ley de las Octavas

Agrupaciones	1	2	3	4	5	6	7
Series de 7 elementos							
Primera serie de 7	H	Li	Be	B	C	N	O
Segunda serie de 7	F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Tercera serie de 7	Cl	K	Ca				

Tabla N°64 Ubicación del H sin ley que lo limite.

Grupos	1	2	3	4	5	6	7
Periodo 1	H						H
Periodo 2	Li	Be	B	C	N	O	F
Periodo 3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Periodo 4	K	Ca					

Luego, según el Ordenamiento de Newlands ( $O_N$ ), fueron siete las agrupaciones de los elementos; cuando aún se desconocía la existencia de los gases nobles y por lo tanto de nulo (0) valor. Estos se muestran en la Tabla N° 65, los que posteriormente fueron identificados como los octavos elementos o los del grupo 8.

Tabla N°65. Identificación del Grupo 8 y sus equivalentes  $G_N$

$O_N$	1	2	3	4	5	6	7	0
G	1	2	3	4	5	6	7	8
Periodo 3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
Periodo 4	k	Ca						

Los números asignados por Newlands son sólo referenciales y carecen de importancia; ya que su objetivo era mostrar las relaciones entre las propiedades de los elementos pertenecientes al mismo grupo. Sin embargo, la comunidad científica observó el incumplimiento de la periodicidad de las propiedades cada siete elementos. Para los de mayor peso atómico se planteaba la disyuntiva de obviar su tendencia al Ordenamiento Periódico de Newlands ( $O_N$ ) y continuar con una numeración para el Ordenamiento consecutivo no periódico ( $O_c$ ).

Tabla N° 66. Relación entre el Orden de las Octavas  $O_N$  y el Orden Consecutivo  $O_c$

$O_c$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$O_N$	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2

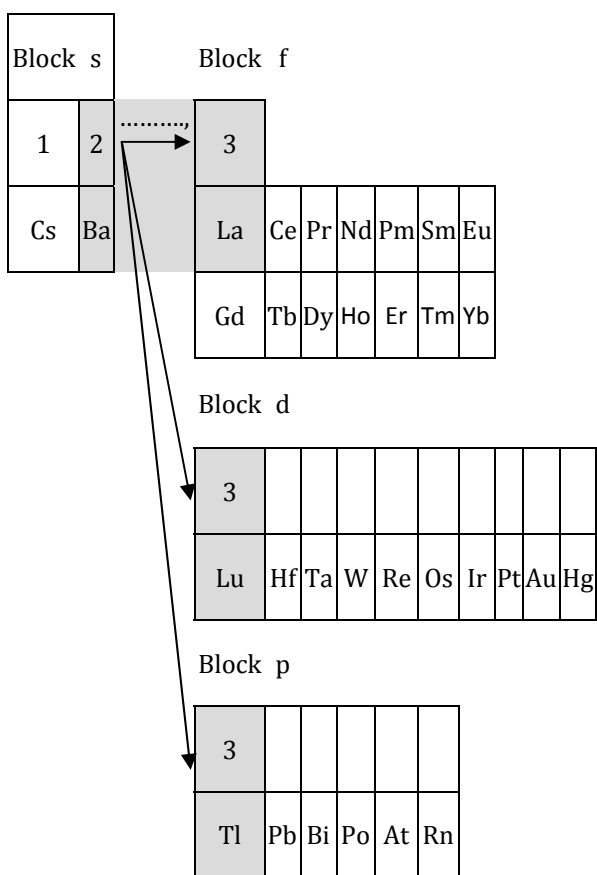
Sin embargo, al considerar a los elementos en los cuales divergen, es posible que ambos criterios se correspondan, como una forma de dar respuesta a sus tendencias. Es en esta correspondencia, que si el Orden Periódico de Newlands guía al Orden Consecutivo, lo configura como el Grupo de Newlands  $G_N$ .

Tabla N° 67. El  $G_N$  bajo la guía del  $O_N$

$G_N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$O_N$	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2

Por otro lado, desde Newlands hasta la actualidad, se observa un comportamiento distinto entre las diferentes agrupaciones de elementos; tales como, los del grupo del Boro, del Carbono, del Nitrógeno, del Oxígeno y del Flúor, los cuales son enumerados consecutivamente, respecto de los grupos de elementos del block s. Considerando, que los elementos del block p aún mantienen la numeración correlativa respecto del block s; incluso con el distanciamiento entre estos por el ingreso de nuevos blocks en los periodos superiores, se plantea la necesidad de identificar el valor del primer Grupo de estos.

A partir del cuarto periodo, el primer elemento de cada block d, por su mayor cercanía al block s, debe iniciar con el valor de su grupo en una unidad mayor al valor de grupo del segundo elemento del block s. Esto tendrá mayor importancia cuando se aplica al valor del grupo de los primeros elementos del block f, por ser los más cercanos al block s.



FigN°18. Relación entre el último Grupo del block s y los siguientes blocks del sexto periodo

Estos primeros elementos de cada block tendrían el mismo valor de grupo, e igual en una unidad mayor al segundo elemento del block s de su respectivo periodo, por lo que cada block d estaría iniciando con un valor preferencial de grupo,  $G=3$ . El ordenamiento de los siguientes elementos, hasta finalizar el block, estaba concebido en el marco de la propia Ley de las Octavas, ya que al no considerar a los elementos del block d como el último de cada periodo u octavo elemento del block p, se le asignaría el valor máximo de  $G=7$  al ultimo elemento del block d. Al dejar establecido los valores de los grupos, inicial (3) y final (7) de cada block d, se hace necesario identificar entre éstos la distribución de los tres valores de grupo, 4,5 y 6; para los ocho elementos restantes.

Esto, Newlands lo habría basado en datos propios de su época; como la Densidad (D) y el carácter acido-base de los óxidos (A\_B); pero carecía de información como la Electronegatividad (E.N.) y la Energía de Ionización (E.I.), que pudieron haber permitido una mejor organización de los elementos e identificarlos como grupos 4,5 y 6.

Tabla Nº 68. Identificación de los Valores de los Grupos  $G_N$ , del Block d, para los Periodos 4,5 y 6

$G_N$	$G_i$	4	5	5	5	6	6	6	6	7
Elemento	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
P.A.C		50.0	137	52.5	55.0	56.0	58.5	58.5	63.5	65.0
P.A.	45.0	47.9	50.9	52.0	54.9	55.8	58.9	58.7	63.5	65.4
D	3.0	4.5	6.0	7.15	7.3	7.86	8.86	8.9	8.93	7.13
E.N.	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.7
E.I.	631	658	650	653	717	759	758	737	746	906
A-B	B	A_B	A_B	A	A	A_B	A_B	B	B	A_B

Elemento	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
P.A.C	64.0	89.5	195.0	96.0		104.0	104.0	106.5	108.0	112.0
P.A.	88.9	91.2	92.9	95.9	98	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4
D	4.47	6.52	8.57	10.2	11.5	12.1	12.4	12.0	10.5	8.69
E.N.	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.2	2.2	2.2	1.9	1.7
E.I.	616	660	664	685	702	711	720	805	731	870
A-B	B	A_B	A	A	A	A	A_B	B	A_B	B

Elemento	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
P.A.C			138.0	184		199.0	197.0	197.0	196.0	200.0
P.A.	175.0	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6
D	9.84	13.3	16.4	19.3	20.8	22.5	22.5	21.46	19.3	13.53
E.N.	1.27	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.2	2.2	2.4	1.9
E.I.	524	654	761	770	760	840	880	870	890	1007
A-B	B	A_B	A	A	A	A		B	A_B	B

Newlands, dio un mismo valor de grupo a los elementos con igual *Peso Atómico*, calculados con el método de *Cannizaro* (P.A.C.), implantando un valor homólogo de grupo para los elementos con igual P.A.C. Esto lo estableció para algunos pares aislados de elementos; tales como el Co y Ni, el Ru y Rh y al Ir y Pt. Sin embargo, estos dos últimos elementos tienen una anómala semejanza, de sus P.A.C., con el Os y Au; a los que pudo haber representado por un mismo valor de Grupo. Así mismo, todos los elementos mencionados pertenecen a una región determinada; por las columnas del block d, donde los primeros elementos son el Fe, Co, Ni y Cu, a los cuales pudo haberlos representado con el mismo valor de grupo.

Otro de los recursos que pudo usar para agrupar los elementos fue el considerar sus propiedades físicas o químicas, como la densidad y el carácter ácido-base de los óxidos.

Tabla Nº 69. Densidad y el Carácter Ácido-Base del Óxido de los Elementos del Block d

G	Cabezas de Grupo	Densidad	Carácter Ácido-Base del Óxido
3	Sc	Densidad muy baja	básico
4	Ti	Densidad baja	anfótero
5	V, Cr, Mn.	Densidad moderada	ácido
6	Fe, Co, Ni, Cu	Densidad alta	anfóteros de tendencia básica
7	Zn	Densidad moderada	básico

Al priorizar las características químicas, en lugar de las físicas, pudo dejar establecido en función de esta, la forma de agrupar a los elementos. Es así como después de los elementos de carácter básico, encabezados por el Sc y de presumible Grupo 3, debería aparecer un grupo 4 con elementos de carácter anfótero y que inician el grupo con el Ti, para avanzar a los grupos que se inician con el V, Cr y Mn, de un mismo valor de grupo 5 y carácter ácido. Esto, a su vez, justifica la continuación de un grupo mayor, G=6 y que se inicia con el Fe, Co, Ni, y Cu; que son de carácter anfótero con tendencia básica, como paso previo al cambio que termina con los elementos de carácter sustancialmente básico, donde el Zn es el primero en aparecer y el valor del grupo es 7. De este modo, Newlands pudo haber agrupado a los elementos del block d.

## IV.30 LA DENSIDAD ENERGÉTICA RADIAL Y LOS GRUPOS DE NEWLANDS

El valor de los grupos para los elementos desde  $Z = 1$  hasta  $Z = 99$ , se determina en base al valor entero redondeado del cociente de dos propiedades periódicas, denominada como Densidad Energética Radial. Por otro lado, el valor de estos grupos, se puede originar paralelamente mediante cinco (05) Reglas, tendientes al pensamiento del autor de la Ley de las Octavas, y debido a eso, denominados los grupos de Newlands ( $G_N$ ).

1. Desde el H, con  $G_N=1$ , el valor del Grupo, según el Ordenamiento de Newlands  $O_N$ , aumenta consecutivamente hasta el último block del Periodo 2, que tiene  $G_N=7$ . El valor de las agrupaciones finales del último block de cada periodo tiene, simultáneamente, un doble comportamiento. El primero, se refiere al avance hacia valores mayores de siete (8, 9,10) y se identifican como los  $G_N$  usados para el cálculo de K. El segundo, según el  $O_N$ , apertura de nuevo el ciclo desde el valor de cero (0, 1, 2) hasta finalizar el periodo y es útil sólo para asignar el valor de los grupos que corresponden al block s, del siguiente periodo.

2.- El valor del segundo grupo del block s, aumentado en una unidad, conduce al valor del grupo inicial  $G_i$  del block p, d y f, aplicado en el cálculo de los valores de K.

3.- Generalmente, la *diferencia de valores de grupo (d.v.g.)*, entre dos grupos consecutivos, es uno; pudiendo valer *cero* y *dos* en casos excepcionales. Por ejemplo,  $Z=19$  ( $G=2$ ),  $Z=53$  ( $G=7$ ) y  $Z=84$  ( $G=5$ ), tienen pesos atómicos muy similares a los elementos anteriores cuyo  $Z$  es una unidad menor. Al contrario ocurre con el  $Z=86$  ( $G=8$ ), que por la gran diferencia de su peso atómico, en relación con el elemento anterior, tiene una *d.v.g.*=2.

4.- Al incluirse el block d, los valores de  $G_N$ , son:  $G_i$ , 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6,7; donde el valor del primer grupo ( $G_i$ ) es una unidad mayor a la del alcalino terreo.

5.- Para todos los elementos del Block f, Lantánidos y Actínidos, el valor de  $G$  es igual a 3.

Tabla Nº 70. Valores de  $G_N$ , Ordenados por Periodos y Obtenidos al Aplicar las Cinco Reglas

Periodo1						$G_N, O_N$	9,1	10,2				
						Elemento	H	He				
Periodo2	3	4	5	6	7	8,0	9,1	10,2				
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne				
Periodo3	3	4	5	6	7	8,0	9,1	10,2				
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
Periodo4	2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
			4	5	6	7	8,0	9,1				
			Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Periodo5	2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
			4	5	6	7	7	8,0				
			In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Periodo6	1	2	3	3	3	3	3	3	3			
	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu			
			3	3	3	3	3	3	3			
			Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
			3	4	5	5	5	6	6	6	6	7
			Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
			3	4	5	5	6	8,0				
			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Periodo7	1	2	3	3	3	3	3	3	3			
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am			
			3	3	3	3	3	3	3			
			Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			



Para establecer la validez de la Hipótesis 1, se debe demostrar la existencia de unos valores de  $G$ ; tal que  $K$  sea aproximadamente una constante, para cada uno de los elementos, en función de la primera Energía de Ionización y del Radio Atómico de cada uno de estos.

$$\frac{EI_A}{R_A} = k G$$

En la Tabla N° 73 se registran los valores de la D.E.R. ( $EI_A/R_A$ ) y los valores de  $K$ , calculados cuando las unidades para la primera Energía de Ionización están dadas en kJ/mol y el Radio Atómico en picómetros. En esta, se muestra la proporcionalidad entre  $KG$  y  $G_N$ , por medio del valor de  $K$  en base a la aproximación  $G=G_N$ , al determinarse para  $K$ , valores calculados mediante la ecuación.

$$K = (EI_A / R_A) / G_N$$

Donde al reemplazar el numerador  $EI_A / R_A$  por la igualdad  $KG$ , equivale a la proporcionalidad entre  $KG$  y  $G_N$

$$K = KG / G_N$$

Para el primer periodo, se carece de datos oficiales para el Radio Atómico de los elementos Hidrógeno y helio, no pudiendo establecerse el respectivo valor de  $KG$  de cada uno. Sin embargo ya están establecidos los Grupos Newlands  $G_N$  para estos elementos de número atómico  $Z=1$  y  $Z=2$ , del Periodo  $P=1$  mediante las cinco reglas citadas anteriormente.

Tabla N°71 valores de  $K$  del  $P=1$

Z	EI	RA	kG	$G_N$	K
1	1312			9	
2	2372			10	

Esta falta de valores oficiales se dará también para los elementos Oxígeno, Halógenos y Gases Nobles, además de algunos los elementos del periodo siete, tales como el Francio, Radio y Actinio, y los elementos posteriores al Plutonio.

Tabla N°72 Valores de k del P=2

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
3	520	155	3	3	1.1
4	900	112	8	4	2.0
5	800	98	8	5	1.6
6	1086	91	12	6	2.0
7	1402	92	15	7	2.2
8	1314			8	
9	1681			9	
10	2080			10	

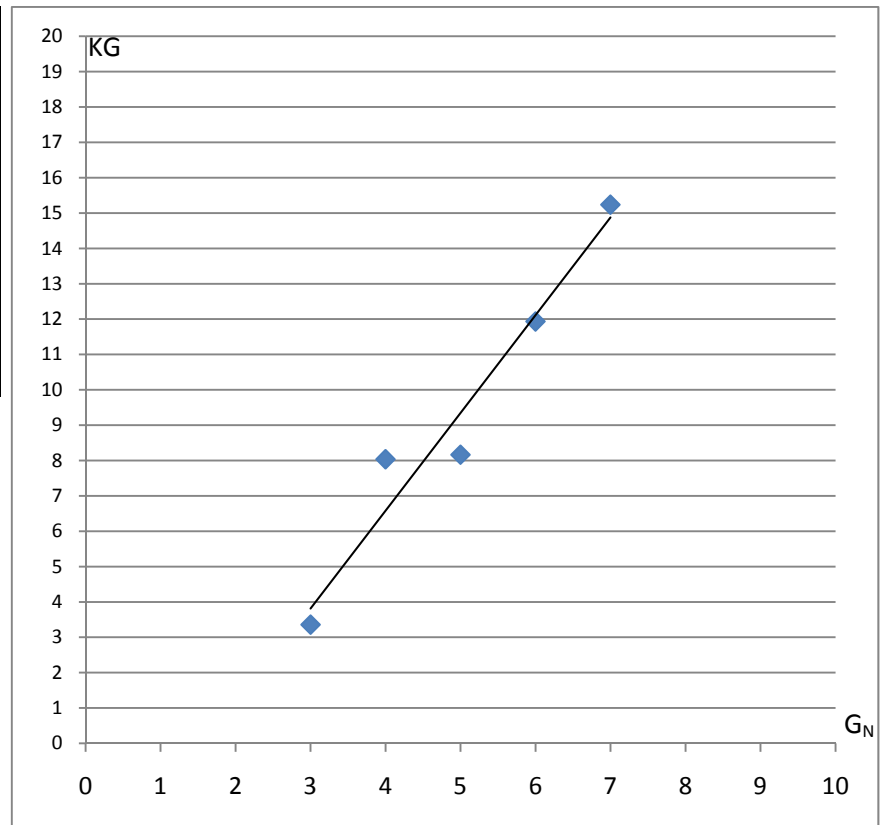


Tabla N°73. Valores de k del P=3

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
11	496	190	3	3	0.9
12	738	160	5	4	1.2
13	578	143	4	5	0.8
14	766	132	6	6	1.0
15	1012	128	8	7	1.1
16	1000	127	8	8	1.0
17	1251			9	
18	1520			10	

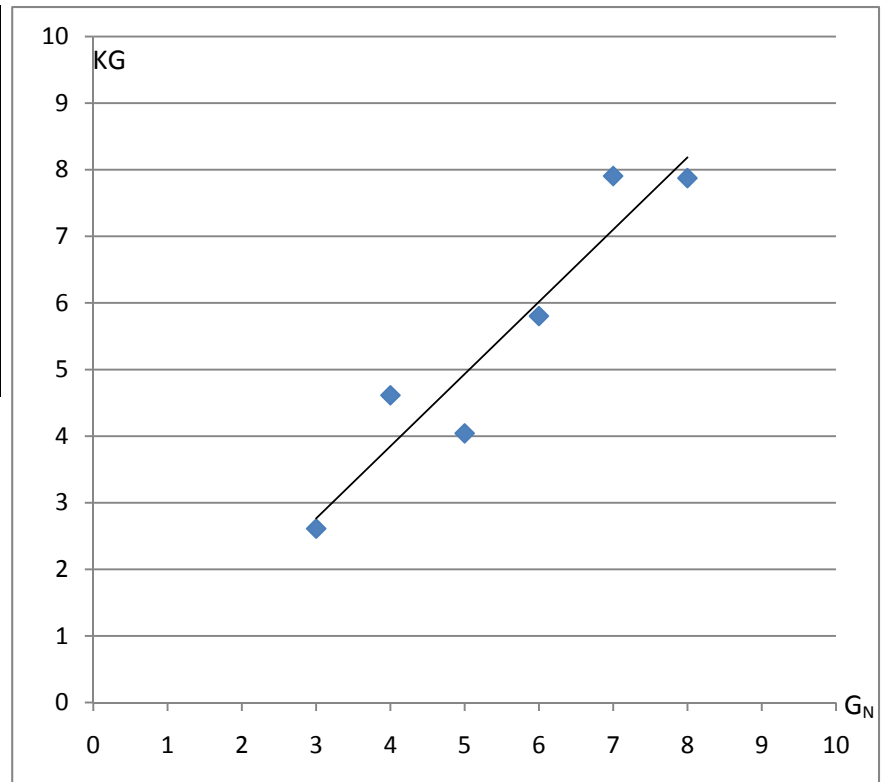


Tabla N° 74. Valores de k del P=4

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
19	419	235	2	2	0.9
20	590	197	3	3	1.0
21	631	162	4	4	1.0
22	658	147	4	4	1.1
23	650	134	5	5	1.0
24	653	127	5	5	1.0
25	717	126	6	5	1.1
26	759	126	6	6	1.0
27	558	125	4	6	0.7
28	737	124	6	6	1.0
29	746	128	6	6	1.0
30	906	138	7	7	0.9
31	579	141	4	4	1.0
32	762	137	6	5	1.1
33	947	139	7	6	1.1
34	941	140	7	7	1.0
35	1140			8	
36	1350			9	

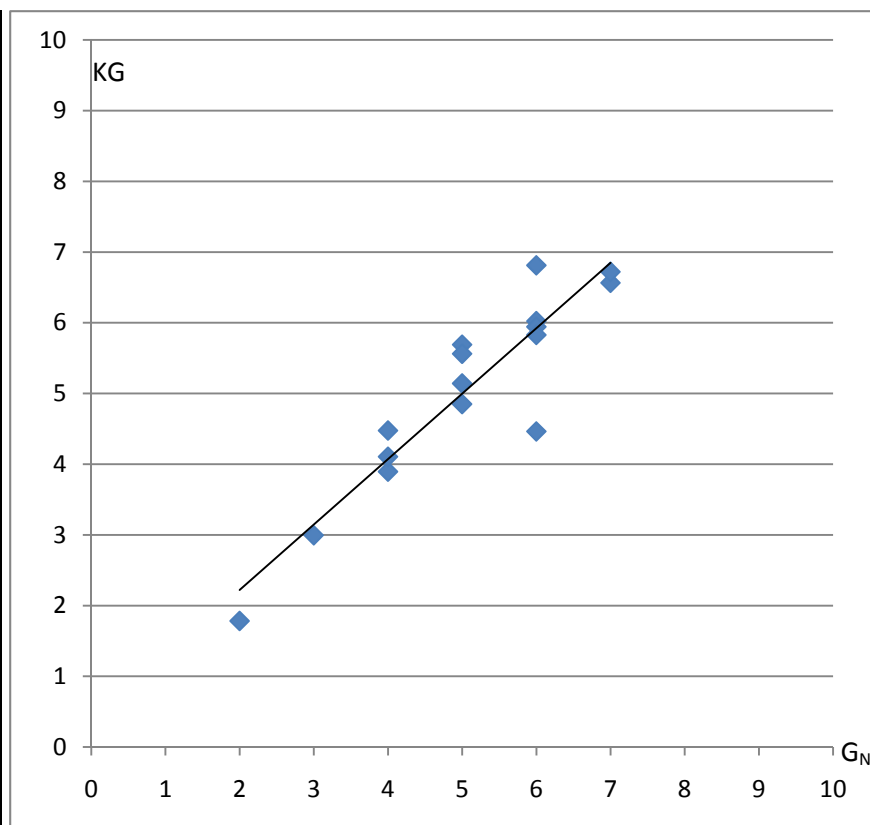


Fig. N°21. Relación entre KG y G<sub>N</sub> para el P=4.

Tabla N° 75. Valores de k del P=5

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
37	403	248	2	2	0.8
38	550	215	3	3	0.9
39	616	180	3	4	0.9
40	660	160	4	4	1.0
41	664	146	5	5	0.9
42	685	139	5	5	1.0
43	702	136	5	5	1.0
44	711	134	5	6	0.9
45	720	134	5	6	0.9
46	805	137	6	6	1.0
47	731	144	5	6	0.8
48	870	154	6	7	0.8
49	558	166	3	4	0.8
50	709	162	4	5	0.9
51	832	159	5	6	0.9
52	809	160	5	7	0.7
53	1003			7	
54	1170			8	

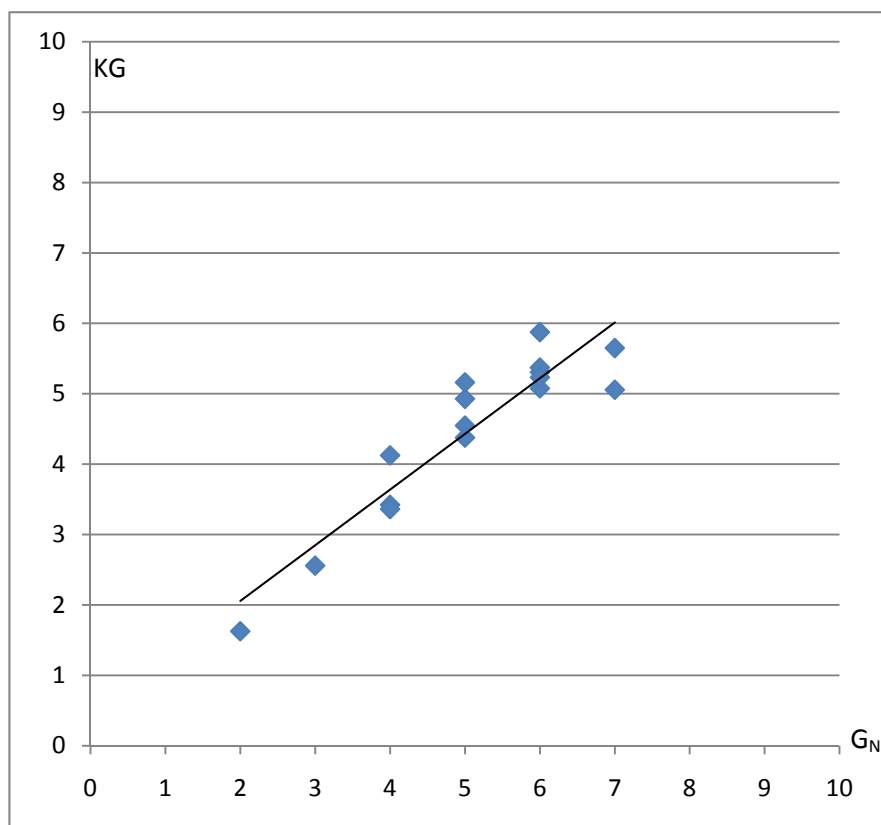


Fig. N°22. Relación entre KG y G<sub>N</sub> para el P=5.

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
55	376	267	1	1	1.4
56	503	222	2	2	1.1
57	538	187	3	3	1.0
58	528	181	3	3	1.0
59	523	182	3	3	1.0
60	528	182	3	3	1.0
61	536	183	3	3	1.0
62	543	166	3	3	1.1
63	547	204	3	3	0.9
64	592	179	3	3	1.1
65	564	177	3	3	1.1
66	572	177	3	3	1.1
67	581	176	3	3	1.1
68	589	175	3	3	1.1
69	589	174	3	3	1.1
70	603	192	3	3	1.0
71	524	174	3	3	1.0
72	654	158	4	4	1.0
73	761	146	5	5	1.0
74	770	139	6	5	1.1
75	760	137	6	5	1.1
76	840	135	6	6	1.0
77	880	136	6	6	1.1
78	870	138	6	6	1.1
79	890	144	6	6	1.0
80	1007	157	6	7	0.9
81	598	171	3	3	1.2
82	716	175	4	4	1.0
83	703	170	4	5	0.8
84	812	176	5	5	0.9
85	931			6	
86	1037			8	

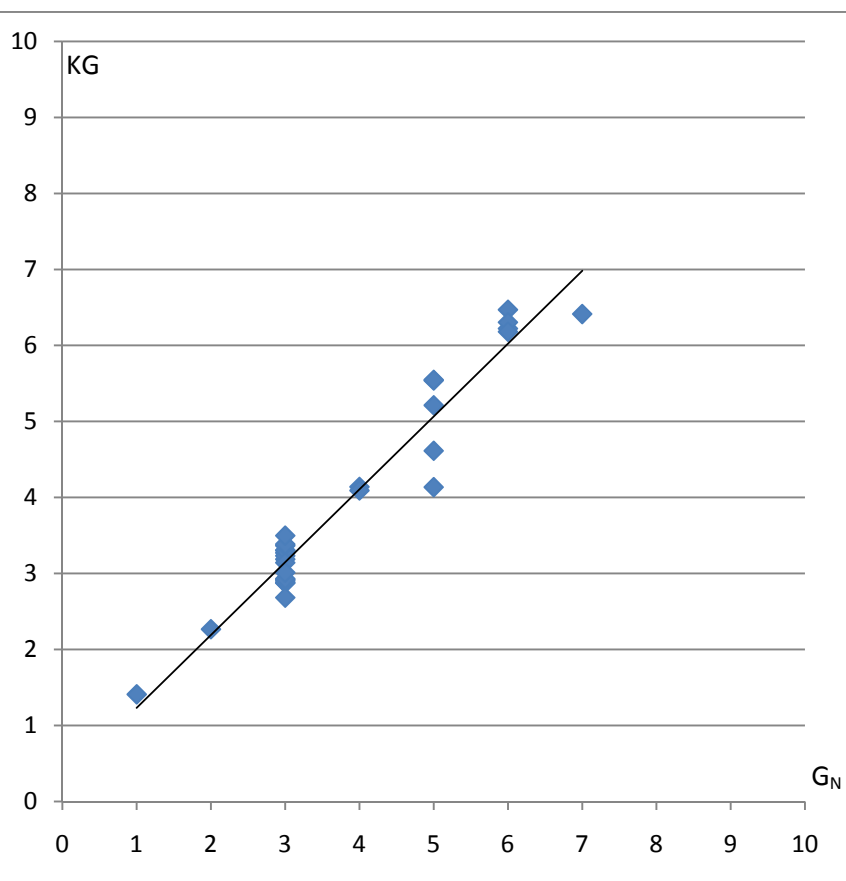


Fig. N°23. Relación entre KG y  $G_N$  para el P=6.

Tabla N°77. Valores de k del P=7

Z	EI	RA	kG	G <sub>N</sub>	K
87	388			1	
88	509			2	
89	490			3	
90	590	182	3	3	1.1
91	570	163	3	3	1.2
92	590	156	4	3	1.3
93	600	156	4	3	1.3
94	585	143	4	3	1.4

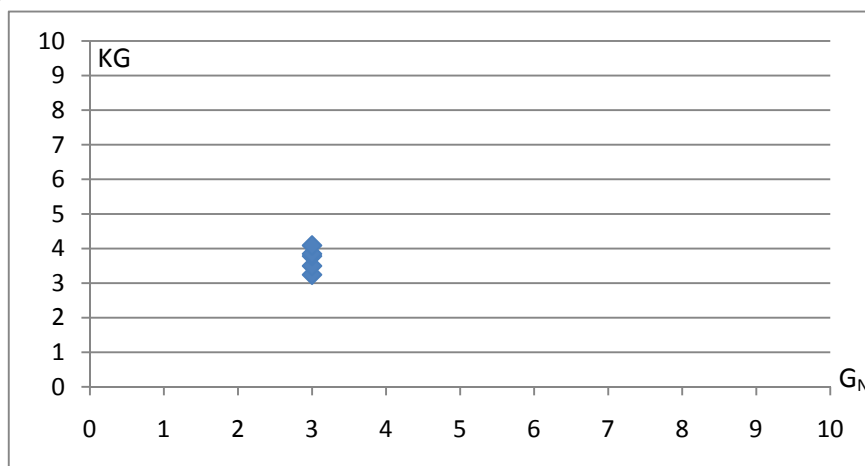


Fig. N°24. Relación entre KG y G<sub>N</sub> para el P=7.

Se conoce más de una nomenclatura para identificar los grupos G de los elementos, que usados para el cálculo de K, lo dista de aproximarse a una constante. Sin embargo, los resultados que se obtienen para K son de valores próximos a la unidad, cuando el valor de G se reemplaza por G<sub>N</sub>, permitiendo establecer la interdependencia entre la Densidad Energética Radial (D.E.R.) y el Grupo de Newlands G<sub>N</sub>.

$$\frac{EI_A}{R_A} = k G_N$$

De todo lo anterior se deduce que, la Densidad Energética Radial presenta un comportamiento que se corresponde con el valor del Grupo de Newlands y que ha sido expresado como la aproximación  $G=G_N$ , dando el valor aproximado de  $K=1$ , que reafirma la utilidad de la simplificación de la ecuación dada en la definición del Radio Atómico.

$$\frac{EI_A / RA}{\alpha Ee / re} = \frac{EI_A}{RA} = G$$

Equivalente a multiplicar el denominador por una constante  $\alpha$  cumpliendo la igualdad

$$\alpha Ee / re = 1$$

De manera que se explica la Hipótesis 1 y surge de esta una primera aproximación.

### **Aproximación 1**

*Como primera aproximación, el cociente entero redondeado de la primera energía de ionización entre el radio atómico, tiene un comportamiento aproximado al valor del Grupo de Newlands.*

$$EI / RA = G_N$$

#### IV.31 IMPLICANCIAS GEOMETRICAS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

Al graficar, a partir del segundo periodo, la ecuación que representa a la hipótesis 1 para cada uno de los elementos, se reconoce que el cociente de las propiedades de la Densidad Energética Radial (D.E.R.), representada por la hipotenusa; es directamente proporcional al grupo  $G_N$  y al ángulo  $\theta$ .

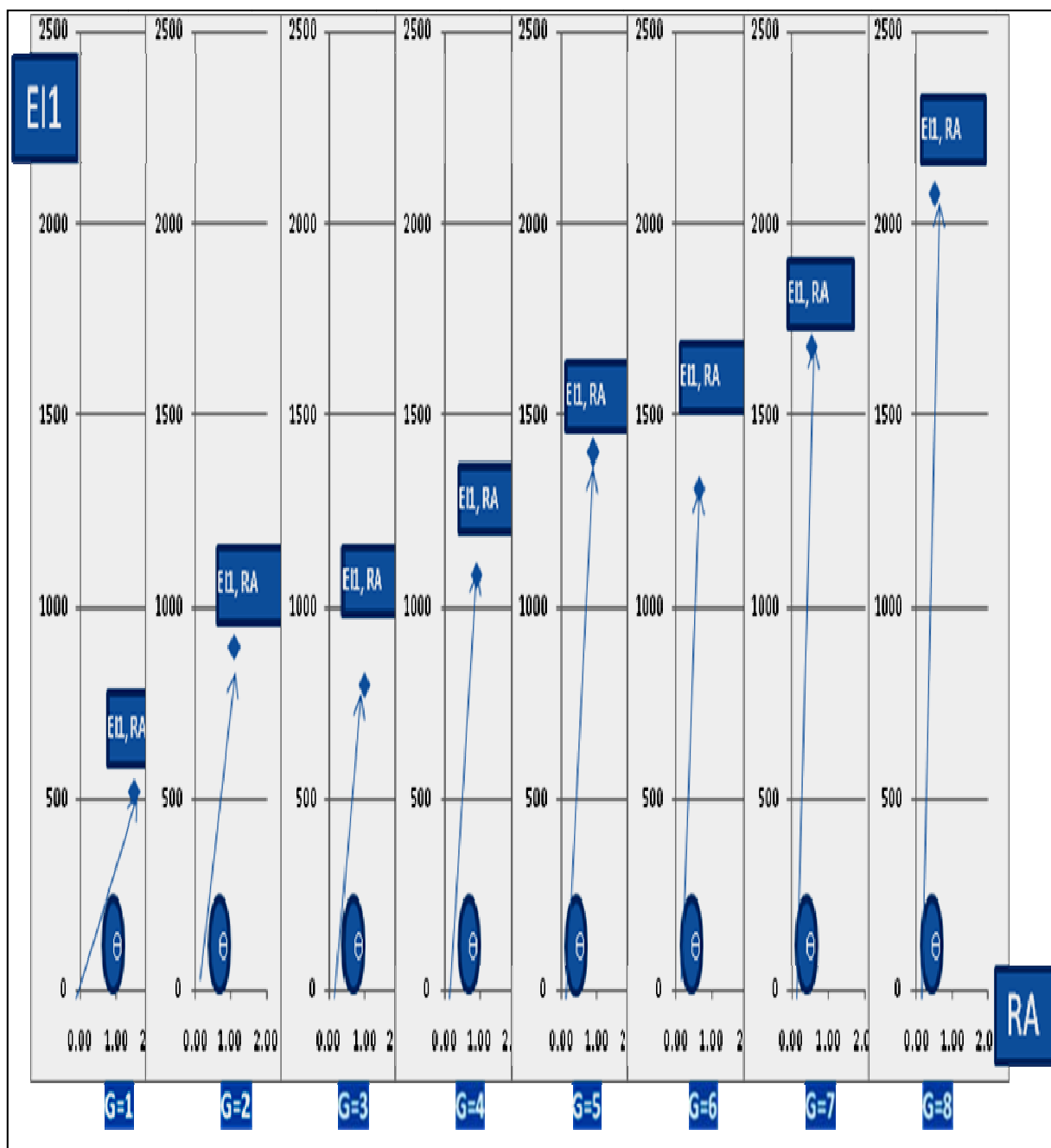


Figura N°25. Representación de la E.I. en función del R.A. de los Elementos e identificados por su Grupo, Periodo 2.

Sin embargo, para cumplir con esta igualdad el requisito geométrico es que la Primera Energía de Ionización y el Radio Atómico estén formando un ángulo de  $90^\circ$ .

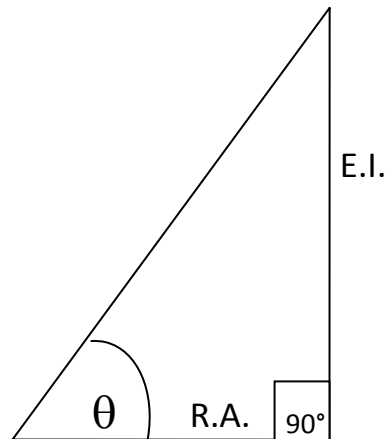


Fig.Nº26. Relación Geométrica entre La E.I. y el R.A.

El triángulo rectángulo generado, permite identificar a la D.E.R. y es igual a la tangente del ángulo  $\theta$ , dando la siguiente

### **Aproximación 2**

$$\tan \theta = E_{I_A} / R_A$$

Al relacionar esta igualdad con el valor del Grupo de la Hipótesis 1, se tiene la igualdad transitiva:

$$\tan \theta = E_{I_A} / R_A = G_N$$

A partir del cual se puede establecer que el ángulo  $\theta$  es directamente proporcional al grupo  $G$ , dando lugar a la tercera aproximación:

### **Aproximación 3**

$$\theta = \text{ATAN}(G_N)$$

Al despejar el R.A. de la Aproximación 2 y usando la Aproximación 3, se obtiene la cuarta aproximación;

### **Aproximación 4**

$$R_A = E_{I_A} \cdot \text{CoTAN}(\text{ATAN}(G_N))$$

A través de esta ecuación, el R.A. depende del producto de 2 variables, siendo una de ellas la  $E_{I_A}$  y la otra refiere que, el R.A. depende de una función trigonométrica cuyo ángulo depende de una función del Grupo  $G_N$ .

## IV.32 EVOLUCIÓN DE LA UTILIDAD DEL VALOR DEL GRUPO

En relación al valor de G, los valores asignados por Newlands a las diversas agrupaciones, eran simplemente referenciales y sin importancia alguna, debido a que el objetivo era agrupar a los elementos por sus propiedades semejantes y según el Ordenamiento de sus Octavas. La tendencia a dicho ordenamiento, es fundamental para explicar el comportamiento de la D. E. R., al igualar G al valor del Grupo de Newlands.

$$G = G_N = EI1A/R.A.$$

Sin embargo, si al valor del patrón de  $G_N$  se le resta dos unidades, se obtiene el valor del patrón de la Valencia Máxima Teórica (V.M.T.), dando lugar a una Estructura que es equivalente a la T.P. propuesta por Mendeleiev; donde G puede ser igual al grupo de Mendeleiev ( $G_M$ ), equivalente a la V.M.T.

$$G = G_M = V.M.T.$$

TablaN°77. T.P. de Newlands de la Hipótesis 1.  $G = G_N$

V	1	2	3	4	5	6	7	8,0				
G <sub>N</sub>	3	4	5	6	7	8,0	9,1	10,2				
							H	He				
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne					
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar					
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	
Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	
Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe					
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu				
		Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb				
		Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	
Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn					
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am				
		Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No				
		Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	
Rg	Uub											
G <sub>N</sub> Block d	3	4	5	5	5	6	6	6	6	7		



TablaN°78. T.P. de Mendeleiev.  $G = G_M$

V	1	2	3	4	5	6	7	8,0				
G <sub>M</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8,0				
	H							He				
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne				
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu			
			Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
			Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am			
			Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			
			Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	
	Rg	Uub										
G <sub>N</sub>	Block d	3	4	5	6	7	8,0	8	8	8		

Sin embargo, en la T.P. de Mendeleiev se observaban algunas deficiencias, las que con el aporte de la Comunidad Científica se fueron superando, hasta lograr su actual estructura.

Tabla N°79. Representación de los Valores de Grupo según las diferentes Nomenclaturas.

IUPAC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Deming	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mendeleiev	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8	2	3	4	5	6	7	8,0	
NewlandsTesis	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	5	6	7	8,0	9,1	10,2	
	H																	H	He
	Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
	Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
	Fr	Ra																	
			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			



Por otro lado, es posible considerar que un mismo valor de grupo pueda identificar a elementos, tanto de una misma columna como de una misma fila. Como consecuencia de ello, los elementos de una columna podrían no tener, necesariamente, el mismo valor de grupo. Esto se observa, por ejemplo, en los elementos del block d que pertenecen a los Grupos 8,9, 10, inclusive el 11 de la IUPAC, cuyos nuevos valores de Grupo se indican según la propuesta de una nueva T.P.

TablaNº80 Estructura de la Tabla Periódica Propuesta, Identificando el Valor de los Grupos de Cada Block,  $G_B$

<b>IUPAC</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>DEMING</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>TESIS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>																	
	H	He																	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>																
	Li	Be	B																
	Na	Mg	Al																
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
	K	Ca	Sc		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
	Rb	Sr	Y		Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
	Cs	Ba	La	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>															
	Fr	Ra	Ac	Lr															
					<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>		
					Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
					<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>		
					Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Algo similar ocurre en los Lantánidos y Actínidos, donde el valor dado usualmente a la columna se extiende al valor de la fila de todos los elementos, representados tradicionalmente por un mismo valor de Grupo Homologo 3, aunque entre ellos existen muchos elementos que pertenecen a agrupaciones con propiedades bien definidas, están también, otros con propiedades muy diferenciadas y que tienen valor diferente de Grupo.

Así mismo, el valor de los Grupos  $G_B$ , en esta Nueva Propuesta de T.P., se asigna en función del block de cada periodo y de acuerdo a criterios básicos tendientes no solo a los de Newlands, sino también a los de Mendeleiev y Einstein, lo cual permite explicar las variaciones de los Estados de Oxidación, en función de las Energías de Ionización y de la variación de la contracción radial. Por todo esto, se considera a esta Nueva Estructura de Tabla Periódica, una opción propuesta a considerar, la cual se ha de usar para la determinación del Radio atómico.

#### IV.33 LA PERIODICIDAD DEL RADIO ATÓMICO

Entre la diversidad de conceptos que han sido editados sobre el Radio Atómico, aquél referido en Mc Graw Hill es donde se privilegia la periodicidad en relación a los valores máximos y mínimos alternados, para el radio atómico a lo largo de los periodos <sup>(55)</sup>. Esto, lo refiere, describiendo que en los períodos cortos, el radio atómico disminuye al aumentar el número atómico Z, y que en los períodos largos la variación es más irregular, existiendo dos mínimos: uno hacia el centro y otro en el halógeno respectivo. Sin embargo, los elementos del primer grupo son los de mayor radio atómico, y dentro de un mismo grupo, puede observarse que el radio atómico aumenta con el valor del número atómico Z. De lo anterior, se puede describir el comportamiento periódico del R.A. en su tendencia a una función periódica, sin el rigor inicial de las trayectorias reales de los valores de los radios.

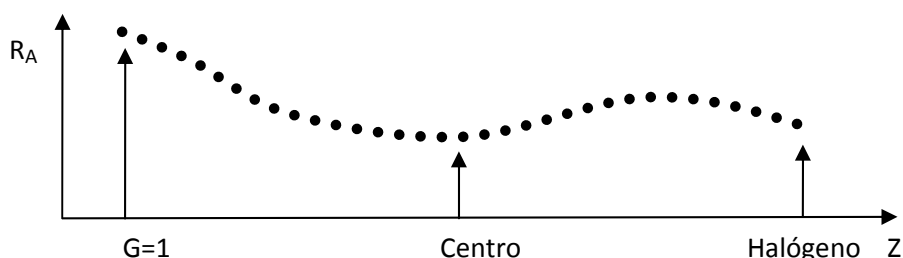


Fig. N°27. Representación General de la Variación del R.A. a lo largo de los Periodos.

Al asociar tal comportamiento periódico del R.A. con la función periódica coseno, es posible establecer para el R.A. una característica cosenoidal. <sup>(56)</sup>

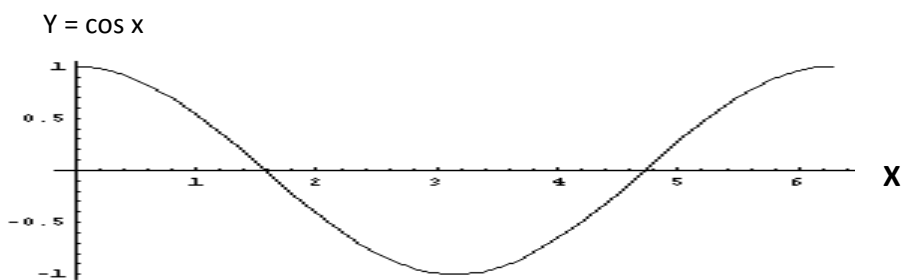
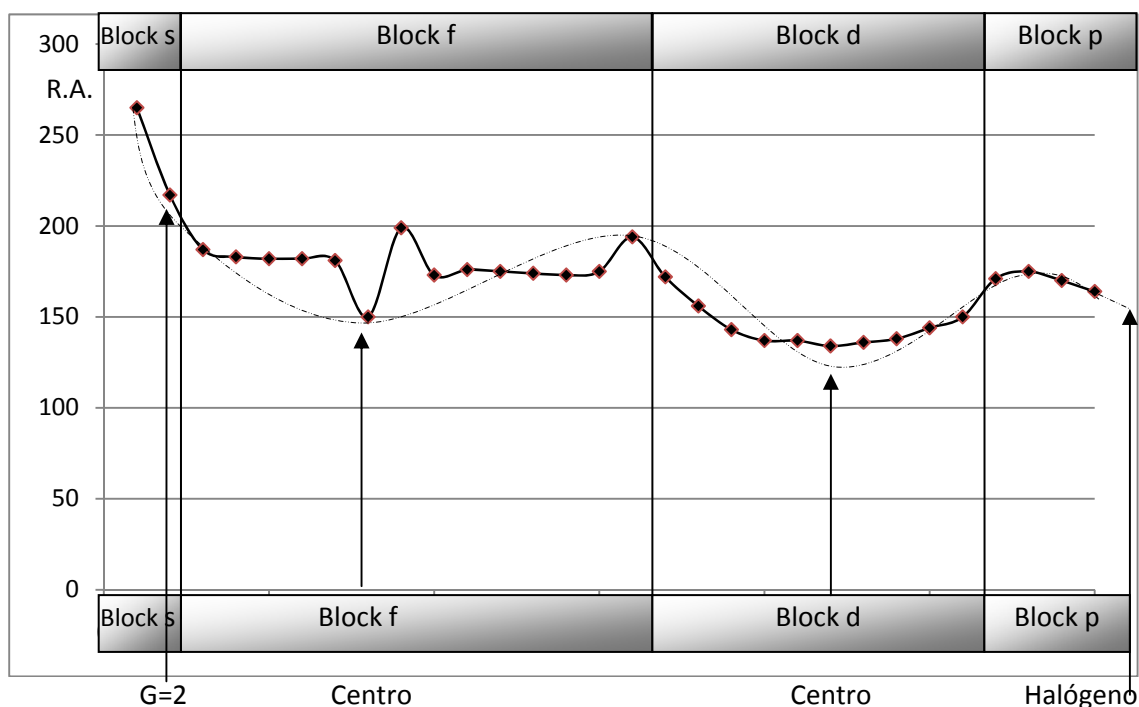


Fig. N°28. Máximos y Mínimos en la representación de la función coseno.

Sin embargo, en forma periódica y aproximada se produce, al menos, un mínimo en cada block, debido a que no son homólogos los R.A. de sus elementos.

Dependiendo del periodo, corresponda éste al block p de los periodos cortos (2 y 3), a los de la primera y segunda serie de transición (4 y 5) ó a los de transición interna (6 y 7); dichos valores mínimos, aparecen con cada nuevo block, que siempre aparece adyacente al block s. Es así, como la cantidad de mínimos crece con la aparición de un nuevo block.



FigNº29. Valores Mínimos del Radio Atómico, a lo largo del Periodo 6, en función de los Block y el valor de sus Grupos.

Luego, el incremento del número de mínimos trae consigo un aumento en la cantidad de máximos; produciéndose una alternancia de estos a lo extenso de un periodo, donde los valores del radio atómico se aproximan al comportamiento periódico de la función coseno. La periodicidad del R.A. tiene relación con el valor del Grupo  $G_B$ , <sup>(57)</sup> debido a que el valor del coseno es máximo cuando se inicia el block y es mínimo al finalizar el block. De ahí, que la alternancia de máximos y mínimos, se relacionan directamente con la sucesión de los blocks en cada periodo, del mismo modo, que los valores máximos y mínimos de la función periódica coseno están en función del ciclo de reinicio de los valores de los grupos según cada block, valores conocidos como el grupo del block,  $G_B$ .

### **Hipótesis 2:**

*La variación periódica del Radio Atómico, a lo largo de los Block de un Periodo, se aproxima a la función periódica coseno, cuyo valor del ángulo es una función del Grupo del block.*

$$RA = f(\text{coseno } f(G_B))$$

Siendo el ángulo una la función ATAN ( $G_B$ ) y comparando esta ecuación con la cuarta aproximación, se tiene.

$$R.A. = f(\cos(\text{ATAN}(G_B)))$$

$$R.A. = E1A \text{ CoTAN}(\text{ATAN}(G_B))$$

Esto permite establecer la equivalencia

$$\text{Cos}(\text{ATAN}(G_B)) = \text{CoTAN}(\text{ATAN}(G_B))$$

Lo que induce a valorar la siguiente

### **Aproximación 5**

$$\text{Sen}(\text{ATAN}(G_B)) = 1$$

#### IV.34 VALORES DE LA FUNCIÓN SENO EN FUNCIÓN DEL GRUPO

Al aplicar la última ecuación, con valores de  $G_B$  que van desde 1 hasta el 18, se obtienen resultados que concuerdan con una aproximación al valor de la unidad.

Tabla N°81. Valores de una  
Función de  $G_B$

$G_B$	Seno (ATAN ( $G_B$ )))
1	0.71
2	0.89
3	0.95
4	0.97
5	0.98
6	0.99
7	0.99
8	0.99
9	0.99
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1

Verificándose la quinta aproximación

$$\text{Seno (ATAN } (G_B)) = 1$$

E identificándose la Hipótesis 2.

$$\text{R.A.} = f (\text{Cos (ATAN } (G_B)))$$

La cual, es representada por el producto de una función E por el Cos (ATAN ( $G_B$ )) en la Ecuación de esta aproximación <sup>(58)</sup>.

#### **Aproximación 6**

$$\text{R.A.} = E \text{ Cos (ATAN } (G_B))$$

Debido a las aproximaciones realizadas en esta ecuación, la ahora función E, es sólo una análoga a la E11A, ya que no representa su valor exacto.

#### IV.35 DIFERENCIACIÓN ENTRE LOS VALORES ALTOS Y BAJOS DE LOS RADIOS ATÓMICOS

La alternancia de valores máximos y mínimos del R.A., a lo largo de un periodo, es análoga a la función periódica coseno. Dichos valores están diferenciados por una línea de separación; que en la representación del coseno corresponde a la abscisa.

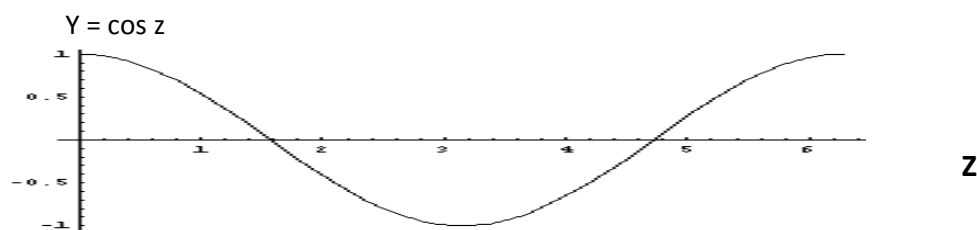


Fig. N°30. Representación de la Función Coseno, mostrando valores alrededor de la abscisa

Así mismo, al considerar la variación del R.A., dicha línea diferenciadora es perpendicular y debe interceptarse con el eje del R.A., en un punto tal que permite definir el valor del Radio Atómico Discriminante (R.A.D.) entre radios atómicos altos y bajos; la que a través de la secuencia de valores graficados (R.A.,  $G_B$ ) le corresponde el valor del Grupo Discriminante ( $G_{BD}$ ),

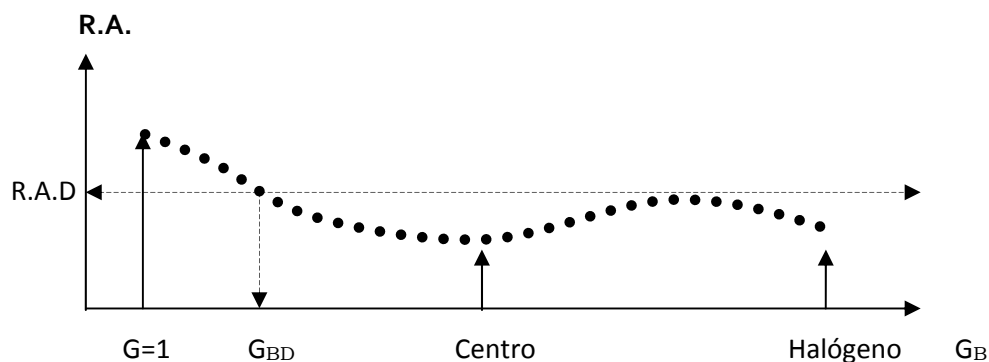


Fig. N°31. Variación del R.A. de los Elementos y su Relación con el Radio Atómico Diferenciador

Sin embargo, faltando identificar al discriminante y a qué agrupación de elementos, de radios altos o bajos pertenece el R.A.D y su respectivo  $G_{BD}$ , es necesario deliberar respecto a otro parámetro. Este, que asocia al R.A. y al valor del grupo es el Estado de Oxidación.

## IV.36 EL RADIO ATÓMICO Y LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN

La contracción radial, origina un aumento en la cantidad de los estados de oxidación. Esto, en la T.P, puede observarse en los grupos 6 al 9 del block d con una gran cantidad de estados de oxidación; al igual que los grupos 5 al 7 del block p. En cuanto al block f, ocurre en los Actínidos desde el Protactinio hasta el Plutonio y su análogo el Samario, además del Tulio (Tm); entre sus mejores representantes, con la salvedad de algunas pocas excepciones.

Tabla N° 82. T.P. con los elementos, sus Grupos, E.O. y R.A.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8
1	H 1,1-	He 0																
2	Li 1 1.55	Be 2 1.12	B 3 0.98	<div> <div>Átomo</div> <div>E.O.</div> <div>Radio Atómico en Å°</div> </div>										C +4,2 0.91	N +3,+4,5,3 0.92	O +2,1	F -1	Ne 0
3	Na 1 1.90	Mg 2 1.60	Al 3 1.43											Si 4 1.32	P +3,4,5 1.28	S +2,4,6,1 1.27	Cl +1,3,5,7	Ar 0
4	K 1 2.35	Ca 2 1.97	Sc 3 1.62	Ti 4,3,2 1.47	V 5,4,3,2 1.34	Cr 6,3,2 1.27	Mn 7,6,4,3,2 1.26	Fe 2,3 1.26	Co 2,3 1.25	Ni 2,3 1.24	Cu 1,2 1.28	Zn 2 1.38	Ga 3 1.41	Ge 4 1.37	As +3,5 1.39	Se +2,4,6 1.40	Br +1,3,5,7	Kr 2,4
5	Rb 1 2.48	Sr 2 2.15	Y 3 1.80	Zr 4 1.60	Nb 5,3 1.46	Mo 6,5,4,3,2 1.39	Tc 7,5,4 1.36	Ru 8,6,4,3 1.34	Rh 2,3,4 1.34	Pd 2,4 1.37	Ag 1 1.44	Cd 2 1.54	In 3 1.66	Sn 4,2 1.62	Sb +3,5 1.59	Te +2,4,6 1.60	I +1,3,5,7	Xe 2,4,6
6	Cs 1 2.67	Ba 2 2.22	La 3 1.87	Hf 4 1.58	Ta 5 1.46	W 6,5,4,3,2 1.39	Re 7,6,4,2,1- 1.37	Os 8,6,4,3,2 1.35	Ir 6,4,3,2 1.36	Pt 4,2 1.38	Au 3,1 1.44	Hg 2,1 1.57	Tl 1,3 1.71	Pb 4,2 1.75	Bi 3,5 1.70	Po 2,4,6 1.76	At +1,3,5,7	Rn 2
7	Fr 1	Ra 2	Ac 3	Rf 4														

Ce 3,4 1.81	Pr 3 1.82	Nd 3 1.82	Pm 3 1.83	Sm 2,3 1.66	Eu 2,3 2.04	Gd 3 1.79	Tb 3,4 1.77	Dy 3 1.77	Ho 3 1.76	Er 3 1.75	Tm 2,3 1.74	Yb 3,2 1.92	Lu 3 1.74
Th 4 1.82	Pa 4,5 1.63	U 3,4,5,6 1.56	Np 3,4,5,6 1.56	Pu 3,4,5,6 1.63	Am 3,4,5,6	Cm 3,4	Bk 3,4	Cf 3,4	Es 3	Fm 3	Md 3	No 2,3	Lr 3

En el caso, de los valores de radios homologados (Lantánidos), esta se manifiesta en una homologación del E.O. prevaleciente, del cual surge el valor del Grupo homologo.

Por otro lado, la expansión radial trae consigo la disminución de la cantidad de los E.O, hasta minimizarse a un valor de E.O., como en los elementos de “los tres primeros grupos”, de mayor radio y un solo E.O.

## IV.37 RELACIÓN ENTRE EL RADIO ATÓMICO Y LOS GRUPOS

En base a lo anteriormente descrito, se puede inferir que el valor del radio atómico, está relacionado con la cantidad de estados de oxidación; donde “el tercer grupo de cada periodo” se constituye el discriminante ( $G_{BD}$ ); que adicionalmente tiende a poseer una cantidad mínima de estados de oxidación y radio alto, diferenciándose de los que tienen radios bajos y tienden a poseer más de un E.O.

### HIPÓTESIS 3

*El tercer grupo de cada periodo, en relación al valor del radio del elemento correspondiente, es el grupo discriminante, entre radios bajos y altos, perteneciente al conjunto de los tres primeros grupos de cada periodo de elementos monovalentes.*

Al graficar los valores de los Radios Atómico Oficiales, R.A.O., en el eje Y, y el valor ordinal de sus respectivos grupos (G), en el eje X; Tablas N°83, 84, 85 y 86; se comprueba que al trazar una línea horizontal por el valor del radio correspondiente al tercer grupo de cada periodo, es posible discriminar los radios altos respecto de los bajos, para cada uno de los Periodos P.

Tabla N°83

P=2	R.A.O.
Li	1.55
Be	1.12
B	0.98
C	0.91
N	0.92
O	
F	
Ne	

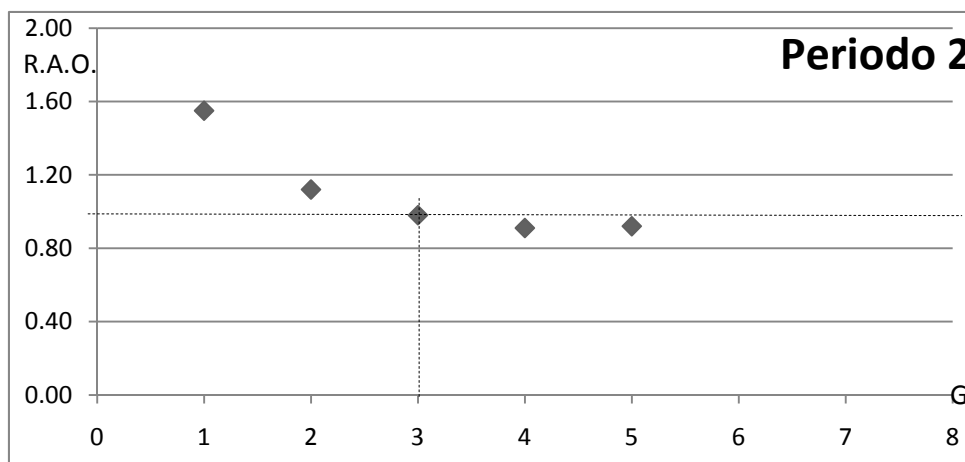


Fig. N° 32. Valores del R.A.O., respecto al valor ordinal del Grupo, en el Periodo 2.

Tabla N°84

P=3	R.A.O.
Na	1.90
Mg	1.60
Al	1.43
Si	1.32
P	1.28
S	1.27
Cl	
Ar	

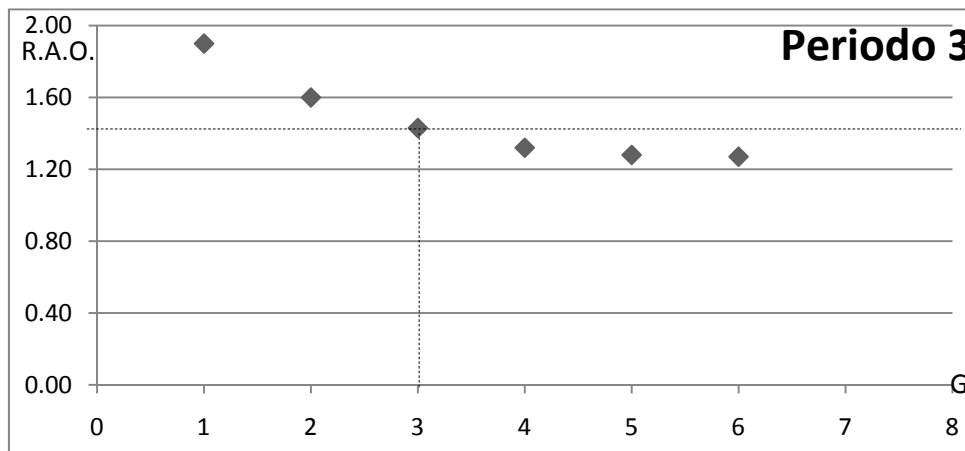


Fig. N° 33. Valores del R.A.O., respecto al valor ordinal del Grupo, en el Periodo 3.

Tabla N° 85

P=4	R.A.O
K	2.35
Ca	1.97
Sc	1.62
Ti	1.47
V	1.34
Cr	1.27
Mn	1.26
Fe	1.26
Co	1.25
Ni	1.24
Cu	1.28
Zn	1.38
Ga	1.41
Ge	1.37
As	1.39
Se	1.40
Br	
Kr	

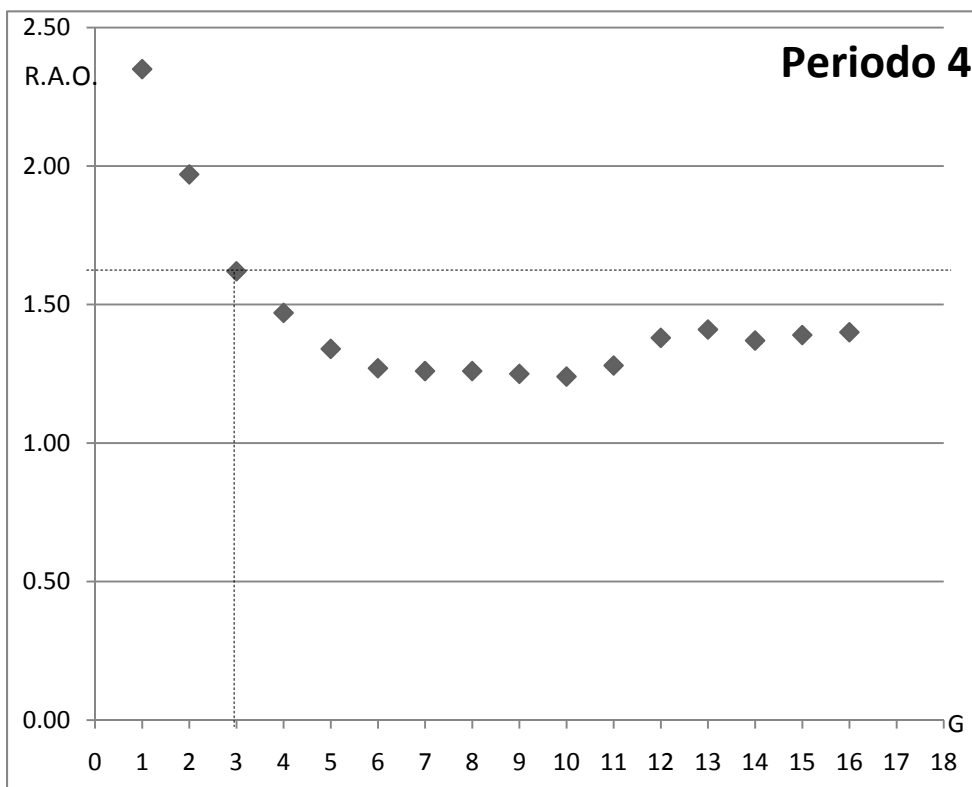


Fig. N° 34. Valores del R.A.O., respecto al valor ordinal del Grupo, en el Periodo 4.

Tabla N° 86

P=5	R.A.O
Rb	2.48
Sr	2.15
Y	1.80
Zr	1.60
Nb	1.46
Mo	1.39
Tc	1.36
Ru	1.34
Rh	1.34
Pd	1.37
Ag	1.44
Cd	1.54
In	1.66
Sn	1.62
Sb	1.59
Te	1.60
I	
Xe	

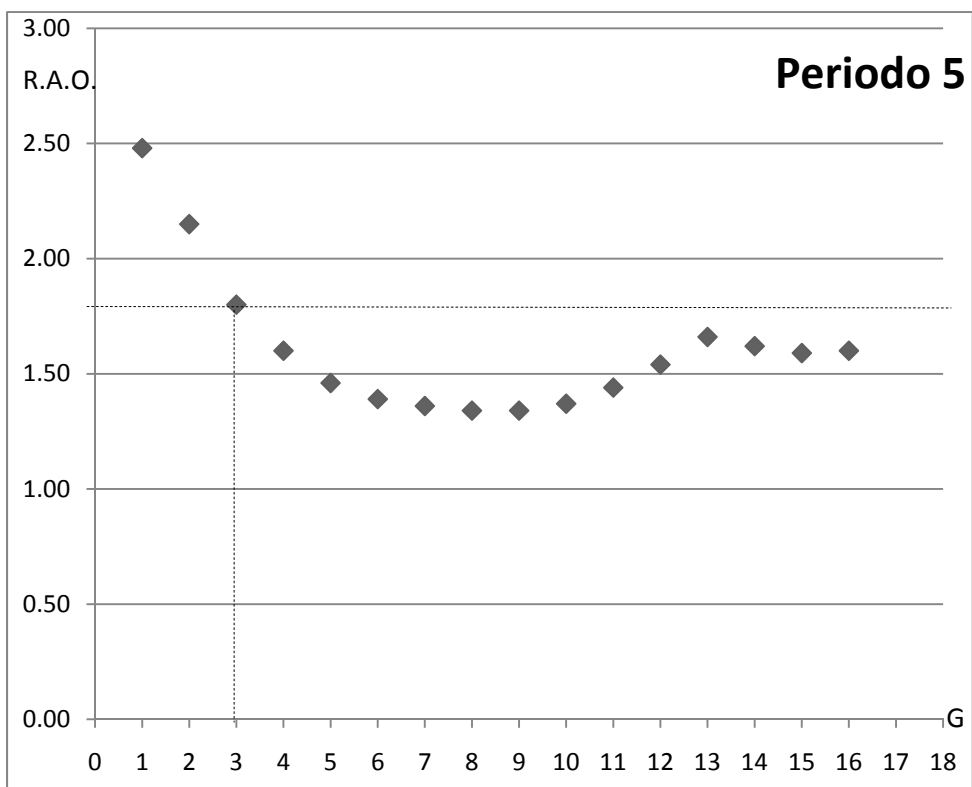


Fig. N° 35. Valores del R.A.O., respecto al valor ordinal del Grupo, en el Periodo 5.



A diferencia de los periodos anteriores, en el sexto periodo, se encuentra una serie de 15 elementos, a los cuales se les asocia un mismo valor de Grupo igual a tres. Así mismo, al considerar el valor del radio atómico en los Lantanoides y a excepción del radio del Samario ( $1.66 \text{ \AA}$ ), se observa un comportamiento con tendencia hacia valores altos de sus radios, frente a valores más bajos del R.A. en los siguientes blocks. Esta característica se inicia en el lantano, que al ser el elemento del tercer grupo se constituye en el único discriminante.

De ahí que, al trazar la línea divisoria por el valor del radio del Lantano, permite discriminar los radios de los elementos con valores altos (Cesio, Bario, Lantano, Europio e Yterbio), contrastados con los demás de radios bajos.

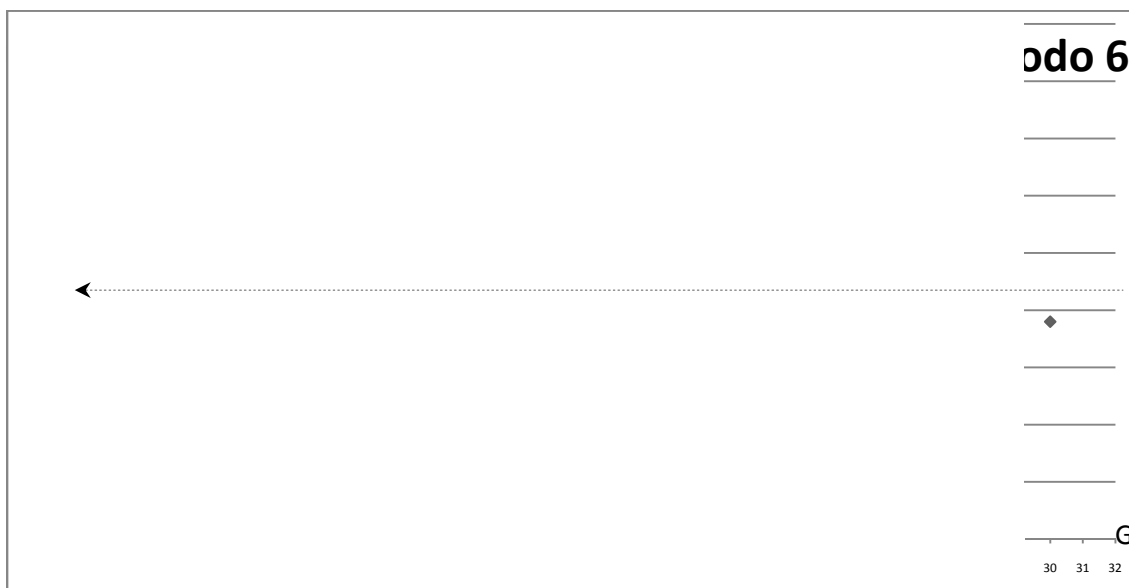


Fig. N°36. Representación Gráfica de los R.A. de los elementos del Sexto Periodo, según el valor ordinal del Grupo.

Por otro lado, los lantánidos con más de un estado de oxidación, como  $2+$ ,  $3+$  y  $4+$ , tienden a estabilizarse en el estado de oxidación  $3+$ . Sin embargo, y en oposición a esta generalización, el Eu y el Yb con estados de oxidación  $2+$  y  $3+$ , son preferentemente estables en el habitual estado inferior de oxidación  $2+$ , con tendencia a la mono valencia. Ambas tendencias, la mono valencia y el estado de oxidación inferior ( $2+$ ) del Eu y el Yb los hace análogos a los alcalinos térreos <sup>(59)</sup> con radios atómicos más altos que los demás lantánidos de estado de oxidación ( $3+$ ), e incluso mayores que el radio del La.

Así mismo, como el Eu y el Yb poseen siete y catorce electrones en el subnivel f y considerando que el número impar de electrones tiende hacia radios de mayor tamaño, es que el valor del R.A. del Eu es mayor que el del Yb. Esto justifica, la serie de valores del R.A. que va de mayor a menor para los elementos:  $\text{Eu}=2.04 \text{ \AA}$ ,  $\text{Yb}=1.92 \text{ \AA}$  y el  $\text{La}=1.87 \text{ \AA}$ .

La tendencia aproximada de, “que el radio del elemento es mayor cuando es menor el valor del E.O. monovalente”, se cumple en los elementos de los tres primeros grupos de cada periodo y es posible cumplirse, en los elementos posteriores con la extensión de las propiedades de estos en un block, como el caso del Lantano y sus posteriores elementos con propiedades análogas a este.

De todo lo anterior, el tercer grupo de cada periodo, es aquel que discrimina a los elementos por la magnitud de sus Radios en altos y bajos.

#### IV.38 EL GRUPO TRES COMO DISCRIMINANTE

Al haber identificado el valor del R.A. del elemento y del Grupo  $G_B$ ; quedaría pendiente la determinación de la variable, E, en la aproximación 2 de la Hipótesis 2;

$$R.A. = E \cos (ATAN (G_B))$$

Así mismo, el valor de E puede ser despejado y determinado al ponerlo en función de los parámetros ya conocidos.

$$E = R.A. / \cos (ATAN (G_B))$$

Como el valor del radio de cada uno de los elementos, de los tres primeros grupos de cada periodo está diferenciado de los demás de menor tamaño, es que análogamente, al graficar los valores de E en función del R.A. y su valor de grupo; se diferencia a los elementos de bajo y alto de valor de E.

Para ello, se pasa un eje perpendicular al valor del tercer grupo de cada periodo, considerado como discriminante y correspondiente al valor de  $G_{BD}= 3$ , lo que se corresponde a graficar en el eje X,  $G_{B-3}$  y en el eje Y,  $R.A. / \cos (ATAN (G_B))$ .

## Periodo 2

Tabla N° 87. Obtención de E, P=2.

P=2	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
Li	1.55	1	-2	2.19
Be	1.12	2	-1	2.50
B	0.98	3	0	3.10
C	0.91	4	1	3.75
N	0.92	5	2	4.69
O		6	3	
F		7	4	
Ne		8	5	

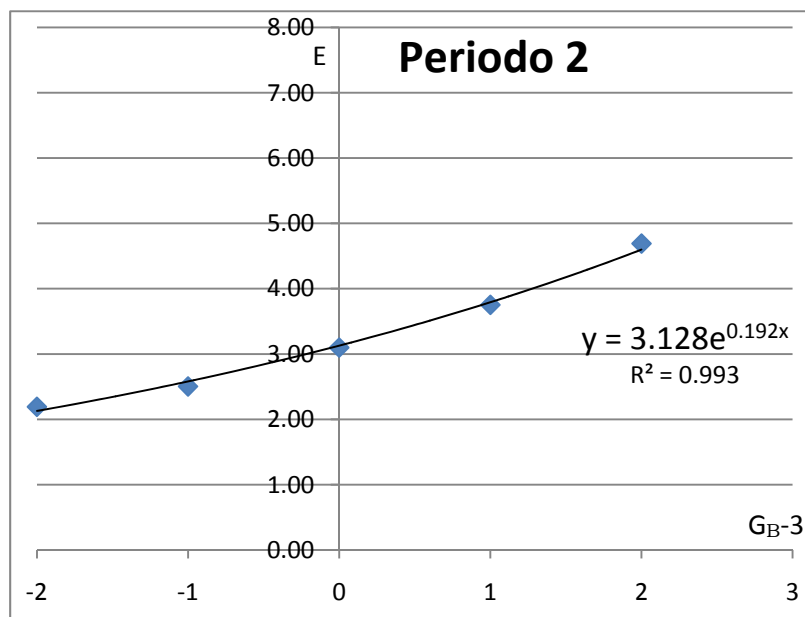


Fig.N° 37. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 3

Tabla N° 88. Obtención de E, P=3.

P=3	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
Na	1.90	1	-2	2.69
Mg	1.60	2	-1	3.58
Al	1.43	3	0	4.52
Si	1.32	4	1	5.44
P	1.28	5	2	6.53
S	1.27	6	3	7.73
Cl		7	4	
Ar		8	5	

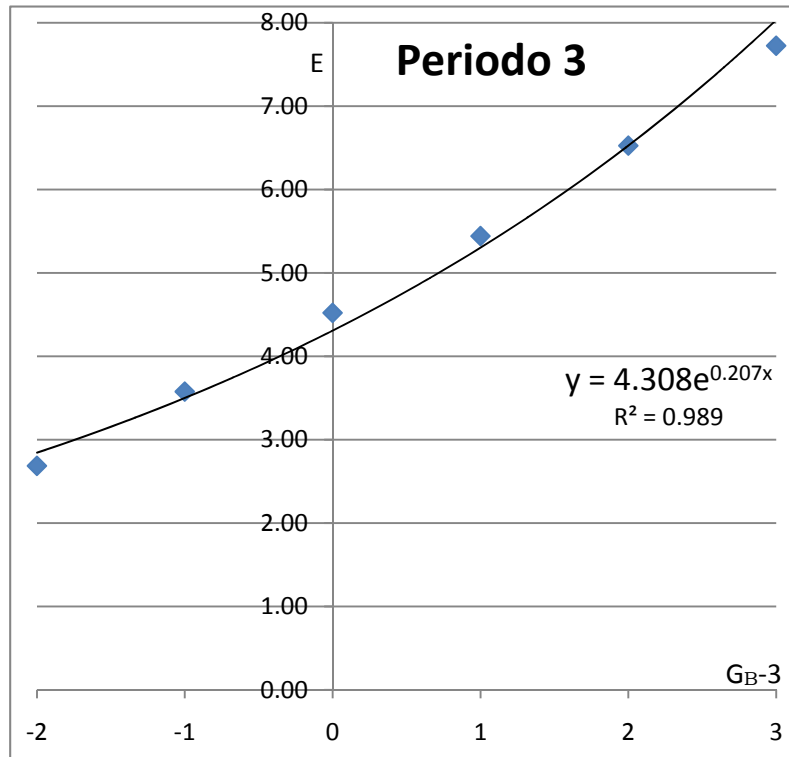


Fig. N° 38. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 4

Tabla N°89. Obtención de E, P=4.

P=4	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
K	2.35	1	-2	2.32
Ca	1.97	2	-1	4.41
Sc	1.62	3	0	5.12
Ti	1.47	4	1	6.06
V	1.34	5	2	6.83
Cr	1.27	6	3	7.73
Mn	1.26	7	4	8.91
Fe	1.26	8	5	10.16
Co	1.25	9	6	11.32
Ni	1.24	10	7	12.46
Cu	1.28	11	8	14.14
Zn	1.38	12	9	16.62
Ga	1.41	13	10	18.38
Ge	1.37	4	1	5.65
As	1.39	5	2	7.09
Se	1.40	6	3	8.52
Br		7	4	
Kr		8	5	

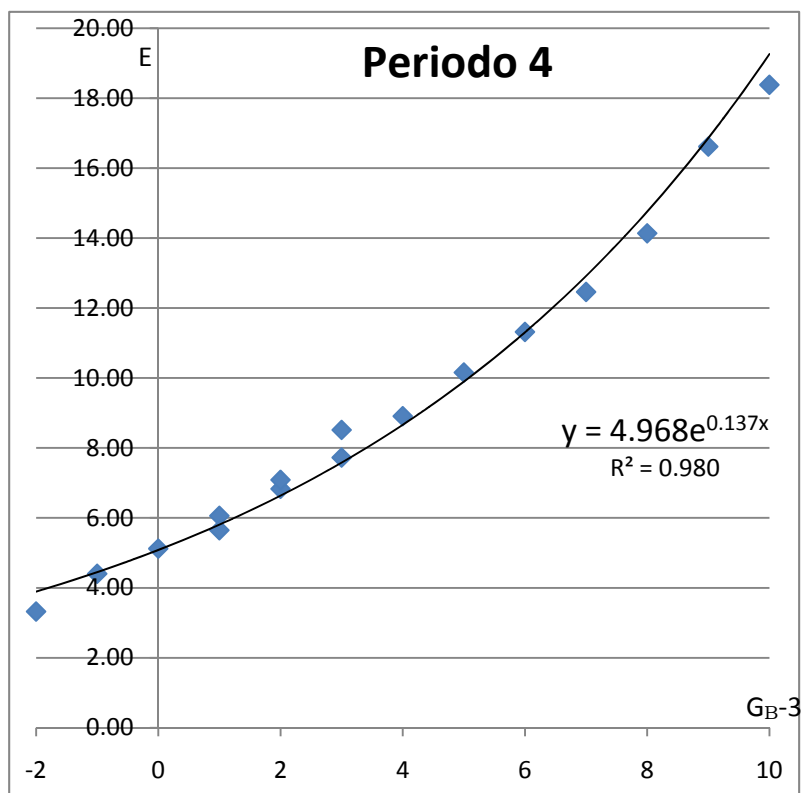


Fig. N° 39. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 5

Tabla N°90. Obtención de E, P=5.

P=5	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
Rb	2.48	1	-2	3.51
Sr	2.15	2	-1	4.81
Y	1.80	3	0	5.69
Zr	1.60	4	1	6.60
Nb	1.46	5	2	7.44
Mo	1.39	6	3	8.46
Tc	1.36	7	4	9.62
Ru	1.34	8	5	10.80
Rh	1.34	8	5	10.80
Pd	1.37	10	7	13.77
Ag	1.44	11	8	15.91
Cd	1.54	12	9	18.54
In	1.66	13	10	21.64
Sn	1.62	4	1	6.68
Sb	1.59	5	2	8.11
Te	1.60	6	3	9.73
I		7	4	
Xe		8	5	

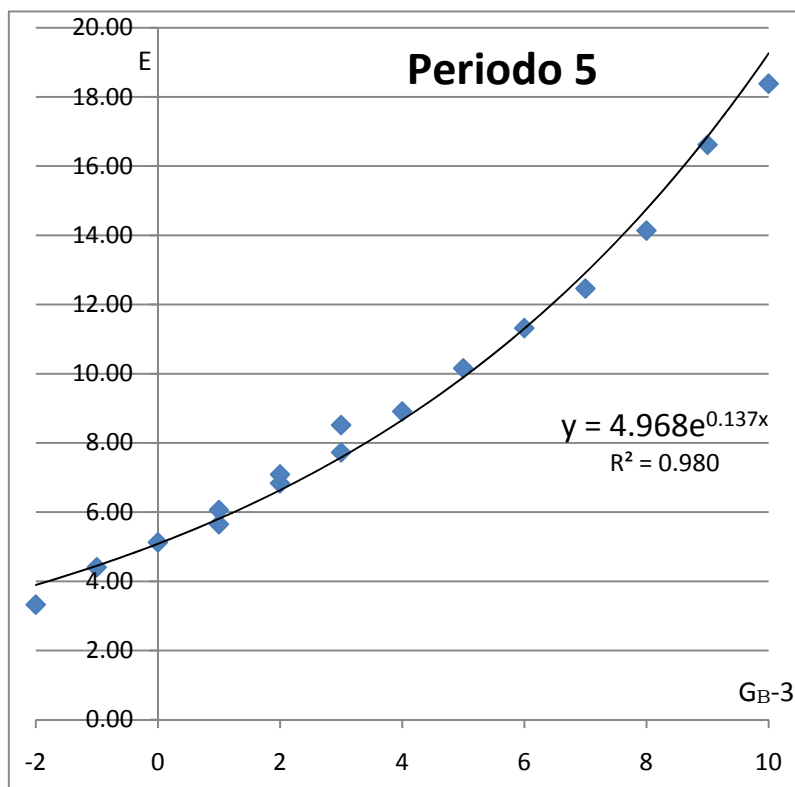


Fig. N° 40. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 6

Tabla N° 91. Obtención de E, P=6.

P=6	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
Cs	2.67	1	-2	3.78
Ba	2.22	2	-1	4.96
La	1.87	3	0	5.91
Ce	1.81	3	0	5.72
Pr	1.82	3	0	5.76
Nd	1.82	3	0	5.76
Pm	1.83	3	0	5.79
Sm	1.66	4	1	6.84
Eu	2.04	7	4	14.42
Gd	1.79	4	1	7.38
Tb	1.77	4	1	7.30
Dy	1.77	4	1	7.30
Ho	1.76	4	1	7.26
Er	1.75	4	1	7.22
Tm	1.74	4	1	7.17
Yb	1.92	7	4	13.58
Lu	1.74	4	1	7.17
Hf	1.58	4	1	6.51
Ta	1.46	5	2	7.44
W	1.39	6	3	8.46
Re	1.37	7	4	9.69
Os	1.35	8	5	10.88
Ir	1.36	8	5	10.96
Pt	1.38	8	5	11.13
Au	1.44	9	6	13.04
Hg	1.57	12	9	18.91
Tl	1.71	13	10	22.30
Pb	1.75	4	1	7.22
Bi	1.70	5	2	8.67
Po	1.76	6	3	10.71
At		7	4	
Rn		8	5	

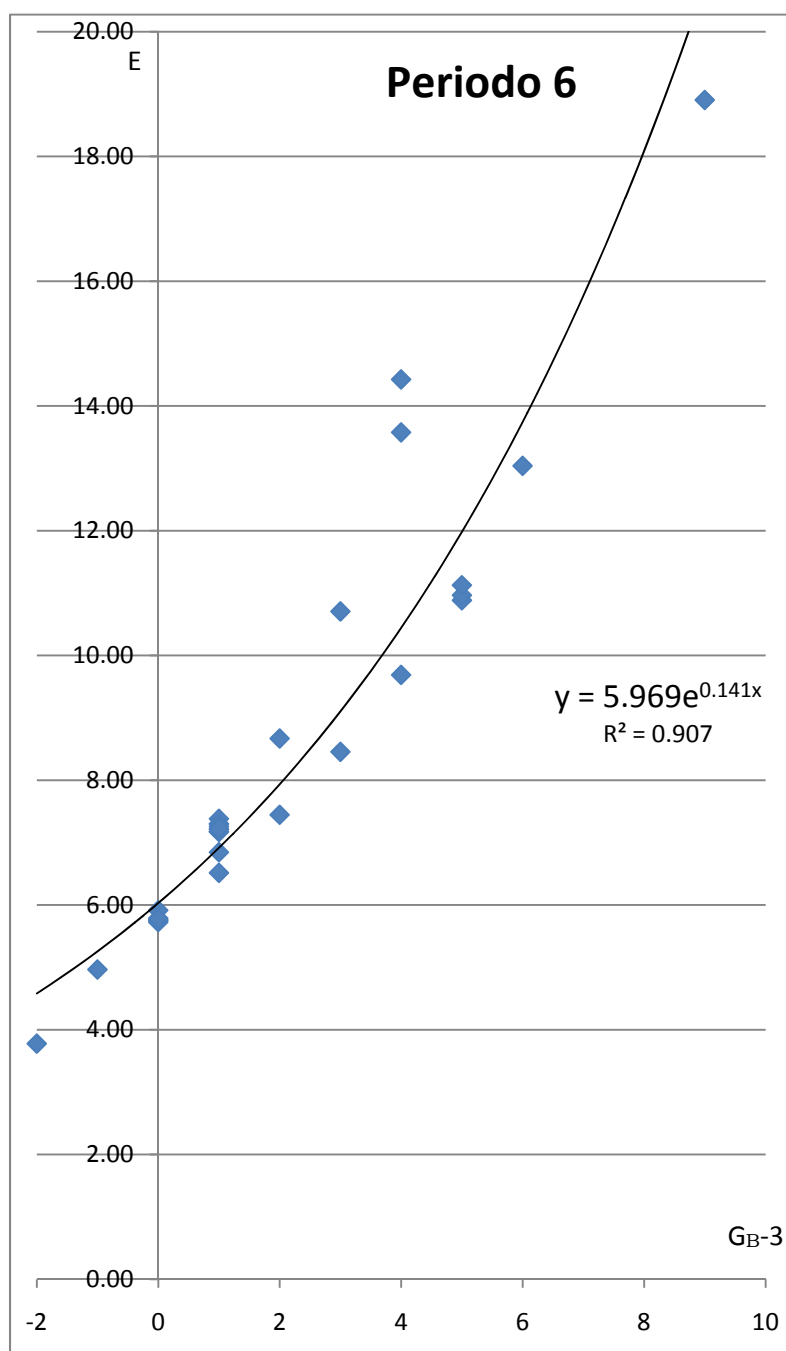


Fig. N°41. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 7

Tabla N° 92. Obtención de E, P=7.

P=7	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	E
Fr		1	-2	
Ra		2	-1	
Ac		3	0	
Th	1.82	2	-1	4.07
Pa	1.63	3	0	5.15
U	1.56	4	1	6.43
Np	1.56	5	2	7.95
Pu	1.63	6	3	9.91

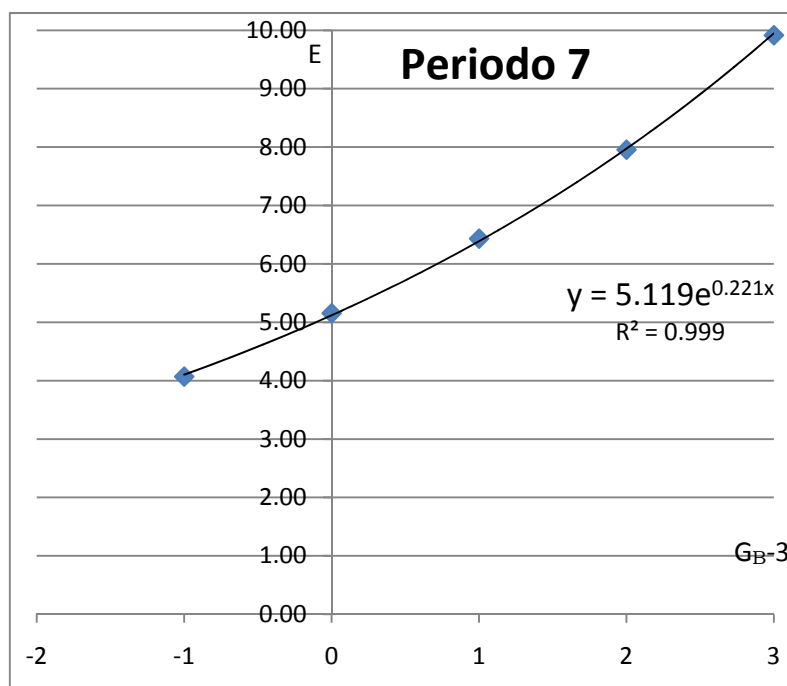


Fig. N° 42. Gráfica del valor de E respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

Donde se encuentran las gráficas para cada uno de los Periodos, donde se aproxima a una función exponencial, al referido valor de E, respecto al valor del grupo disminuido en tres unidades.

Esto, permite graficar el logaritmo natural de esta respecto a G<sub>B</sub>-3:

$$\ln E = \ln (R.A. / \cos (\text{ATAN} (G_B))) \text{ vs } G_B-3$$

## Periodo 2

Tabla N° 93. LnE para P=2.

P=2	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
Li	1.55	1	-2	0.78
Be	1.12	2	-1	0.92
B	0.98	3	0	1.13
C	0.91	4	1	1.32
N	0.92	5	2	1.55
O		6	3	
F		7	4	
Ne		8	5	

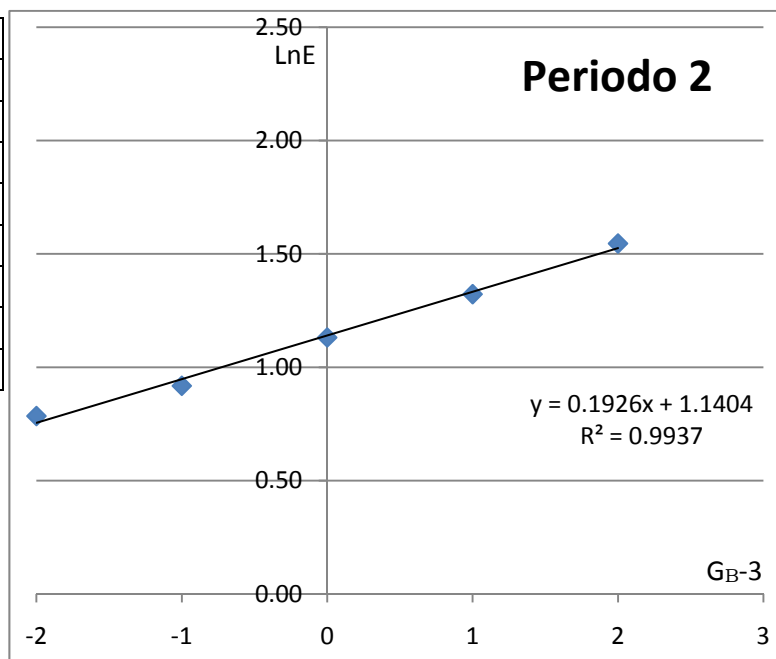


Fig. N° 43. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 3

Tabla N° 94. LnE para P=3.

P=3	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
Na	1.90	1	-2	0.99
Mg	1.60	2	-1	1.27
Al	1.43	3	0	1.51
Si	1.32	4	1	1.69
P	1.28	5	2	1.88
S	1.27	6	3	2.04
Cl		7	4	
Ar		8	5	

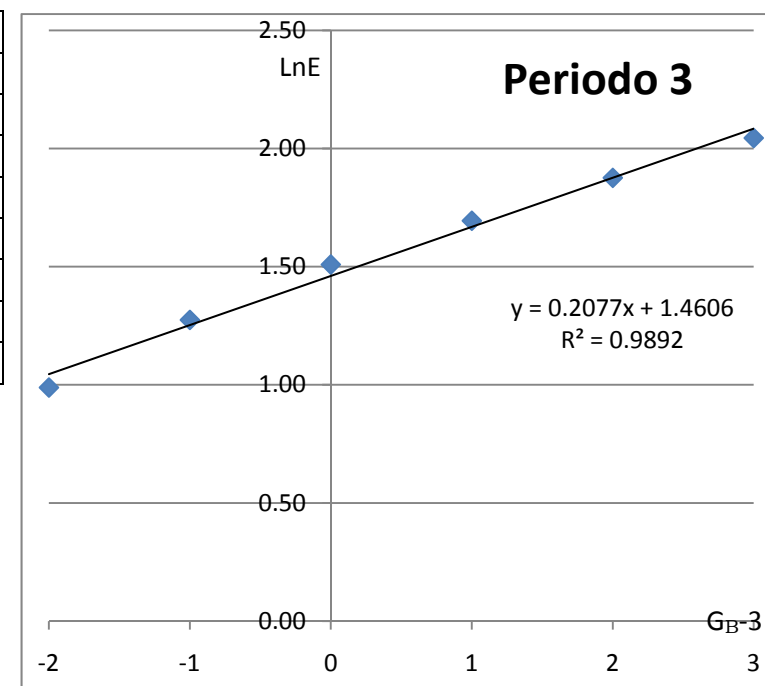


Fig. N° 44. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

Tabla N° 95. LnE para P=4.

P=4	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
K	2.35	1	-2	1.20
Ca	1.97	2	-1	1.48
Sc	1.62	3	0	1.63
Ti	1.47	4	1	1.80
V	1.34	5	2	1.92
Cr	1.27	6	3	2.04
Mn	1.26	7	4	2.19
Fe	1.26	8	5	2.32
Co	1.25	9	6	2.43
Ni	1.24	10	7	2.52
Cu	1.28	11	8	2.65
Zn	1.38	12	9	2.81
Ga	1.41	13	10	2.91
Ge	1.37	4	1	1.73
As	1.39	5	2	1.96
Se	1.40	6	3	2.14
Br		7	4	
Kr		8	5	

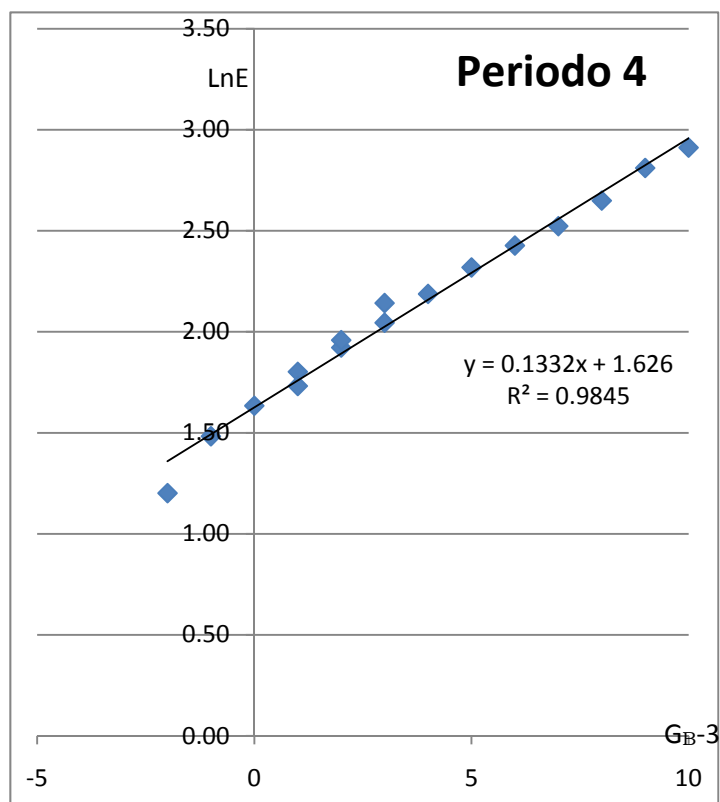


Fig. N°45. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

Tabla N°96. LnE para P=5.

P=5	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
Rb	2.48	1	-2	1.25
Sr	2.15	2	-1	1.57
Y	1.80	3	0	1.74
Zr	1.60	4	1	1.89
Nb	1.46	5	2	2.01
Mo	1.39	6	3	2.13
Tc	1.36	7	4	2.26
Ru	1.34	8	5	2.38
Rh	1.34	8	5	2.38
Pd	1.37	10	7	2.62
Ag	1.44	11	8	2.77
Cd	1.54	12	9	2.92
In	1.66	13	10	3.07
Sn	1.62	4	1	1.90
Sb	1.59	5	2	2.09
Te	1.60	6	3	2.28
I		7	4	
Xe		8	5	

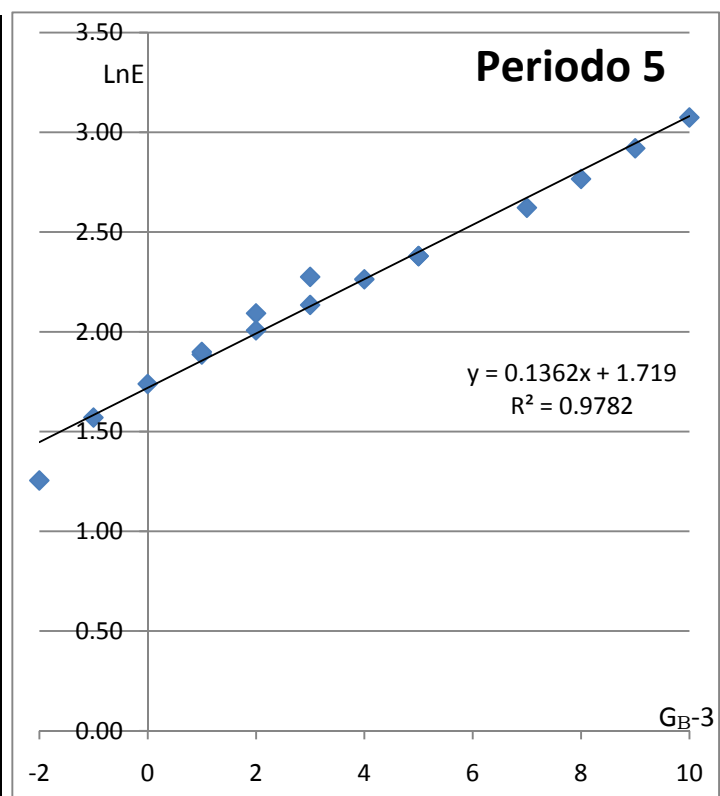


Fig. N°46. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.



## Periodo 6

Tabla N° 97. LnE para P=6.

P=6	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
Cs	2.67	1	-2	1.33
Ba	2.22	2	-1	1.60
La	1.87	3	0	1.78
Ce	1.81	3	0	1.74
Pr	1.82	3	0	1.75
Nd	1.82	3	0	1.75
Pm	1.83	3	0	1.76
Sm	1.66	4	1	1.92
Eu	2.04	7	4	2.67
Gd	1.79	4	1	2.00
Tb	1.77	4	1	1.99
Dy	1.77	4	1	1.99
Ho	1.76	4	1	1.98
Er	1.75	4	1	1.98
Tm	1.74	4	1	1.97
Yb	1.92	7	4	2.61
Lu	1.74	4	1	1.97
Hf	1.58	4	1	1.87
Ta	1.46	5	2	2.01
W	1.39	6	3	2.13
Re	1.37	7	4	2.27
Os	1.35	8	5	2.39
Ir	1.36	8	5	2.39
Pt	1.38	8	5	2.41
Au	1.44	9	6	2.57
Hg	1.57	12	9	2.94
Tl	1.71	13	10	3.10
Pb	1.75	4	1	1.98
Bi	1.70	5	2	2.16
Po	1.76	6	3	2.37
At		7	4	
Rn		8	5	

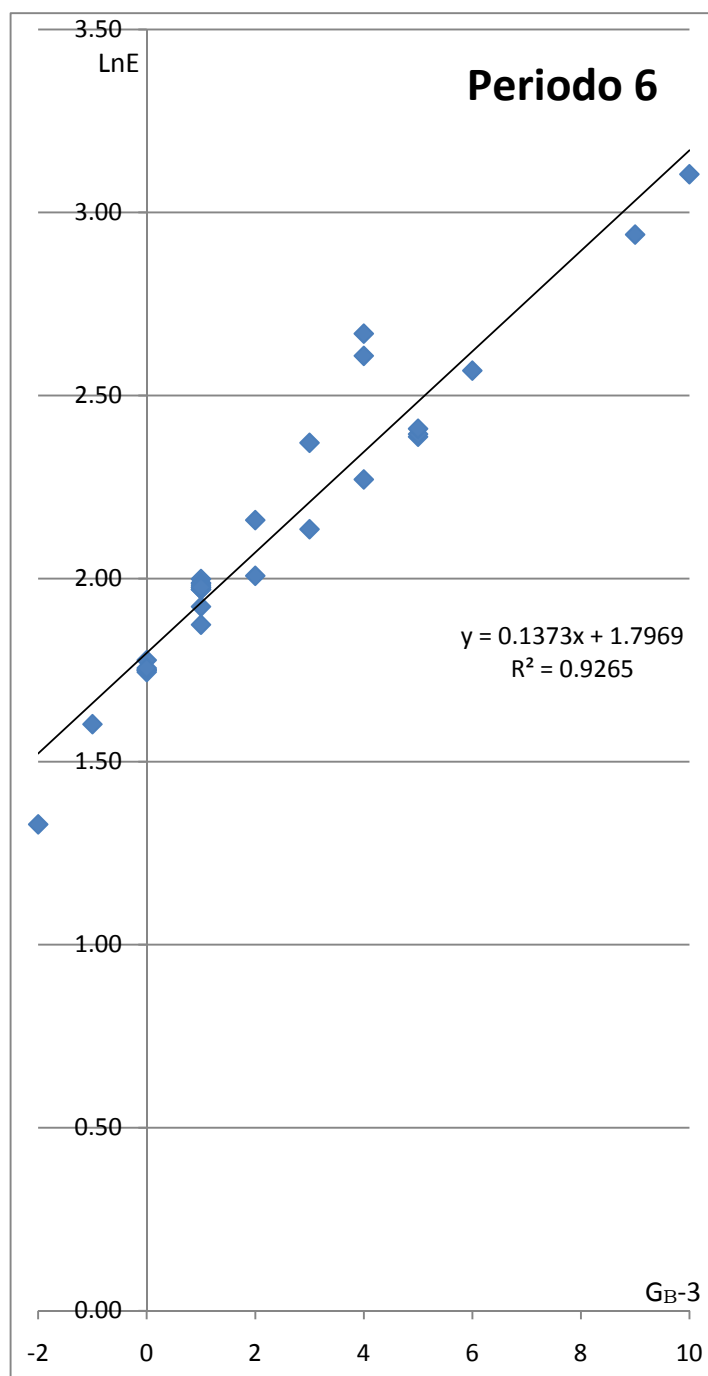


Fig. N° 47. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

## Periodo 7

Tabla N°98. LnE para P=7.

P=7	R.A.O.	G <sub>B</sub>	G <sub>B</sub> -3	LnE
Fr		1	-2	
Ra		2	-1	
Ac		3	0	
Th	1.82	2	-1	1.40
Pa	1.63	3	0	1.64
U	1.56	4	1	1.86
Np	1.56	5	2	2.07
Pu	1.63	6	3	2.29

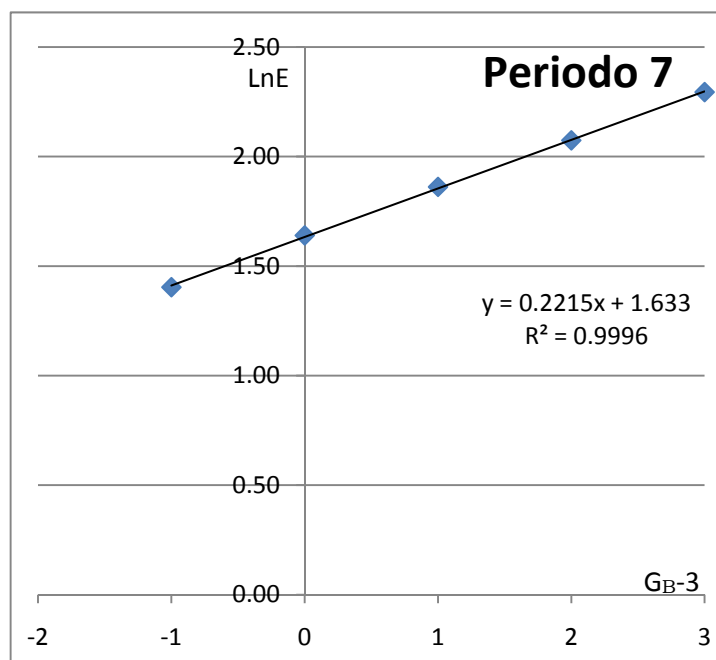


Fig. N° 48. Gráfica del valor de LnE respecto a los valores de G<sub>B</sub> - 3.

Logrando obtener la Aproximación Lineal:

$$C + m (G_B - 3) = \ln (RA / \cos (ATAN (G_B)))$$

Donde, C es la constante de la ecuación lineal y m es la pendiente. Al tomar su antilogaritmo, se obtiene la ecuación de la siguiente aproximación.

### Aproximación 7

$$R.A. = \frac{e^{C + m(G_B - 3)}}{\cos (Atan (G_B))}$$

Obteniéndose de la gráfica, para cada uno de los periodos, los valores de la constante C y la pendiente m.

Tabla N°99. Valores de C y m por Periodos

P	C	m
1	?	?
2	1.14	0.192
3	1.46	0.207
4	1.63	0.133
5	1.72	0.136
6	1.80	0.137
7	1.63	0.221

#### IV.39 VALORES DE C y m RELACIONADOS CON LOS PERIODOS Y SUS BLOCKS

Análogo al parámetro de la constante C, los radios atómicos de la serie de elementos con el mismo número de niveles, tienen un parámetro constante y está referido al valor del Periodo P al que pertenecen. Esto se muestra en la relación directamente proporcional que guarda C y el Periodo P (Tabla N°100).

Tabla N°100.P y C

P	C
1	?
2	1.14
3	1.46
4	1.63
5	1.72
6	1.80
7	1.63

Por otro lado, la tercera aproximación del R.A., esta en función de la ecuación de una recta,

$$R.A. = f(C + m (G_B - 3))$$

Y de sus valores de R.A. en función del valor de  $G_B$  del block respectivo, se obtiene una trayectoria, según la pendiente m, análoga a la trayectoria de la fig. N° 47., cuyos R.A. según el valor del grupo del block, revelan para cada subnivel diferente, una pendiente diferente ( $m'_s$ ,  $m'_f$ ,  $m'_d$  y  $m'_p$ ).

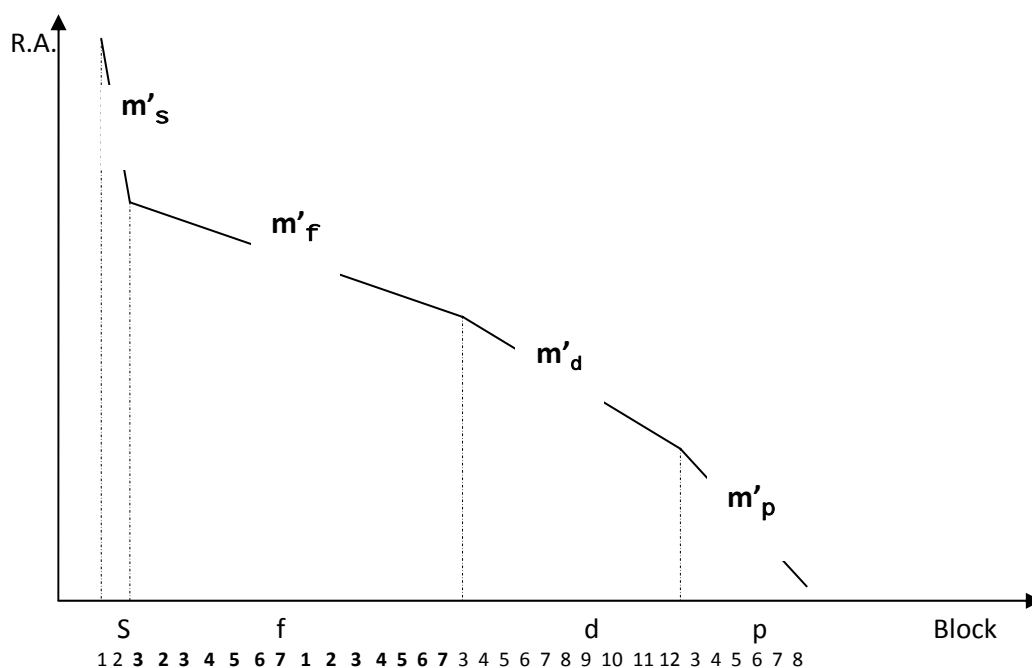


Fig. N°49. Pendientes obtenidas al graficar el valor de los R.A. en función de los Grupos de cada block

El grupo está referido a una “**agrupación de elementos**” del respectivo block y que para blocks extensos, como el f, presenta hasta dos conjuntos de siete elementos muy bien diferenciados. Luego, además de  $G_B$  que es análogo al valor de valencia, el valor de C, estará en función del Periodo P, y m será una función del orbital  $\sigma$ .

$$C = F(P)$$

$$m = F(\sigma)$$

#### IV.40 EL VALOR DE C Y LA DENSIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE NIVELES

Al definirse C como una función del periodo, sus valores, tienden a ser directamente proporcionales al valor del periodo, sin embargo, el incremento de C es cada vez menor al incrementarse el valor del periodo.

Tabla N°101. Contracción de la Diferencia de los Valores de C

P	C	$C_{Px} - C_{Px-1}$
1	?	
2	1.14	¿?
3	1.46	0.32
4	1.63	0.17
5	1.72	0.09
6	1.80	0.08
7	1.63	-0.17

Una tendencia a la homologación en el periodo seis, se manifiesta en la proximidad del valor de C, respecto de su valor anterior. En el siguiente periodo (7), el valor de C decrece abruptamente, guardando relación directa con el incremento de la contracción radial y la densidad en la distribución de los niveles de los primeros actínidos.

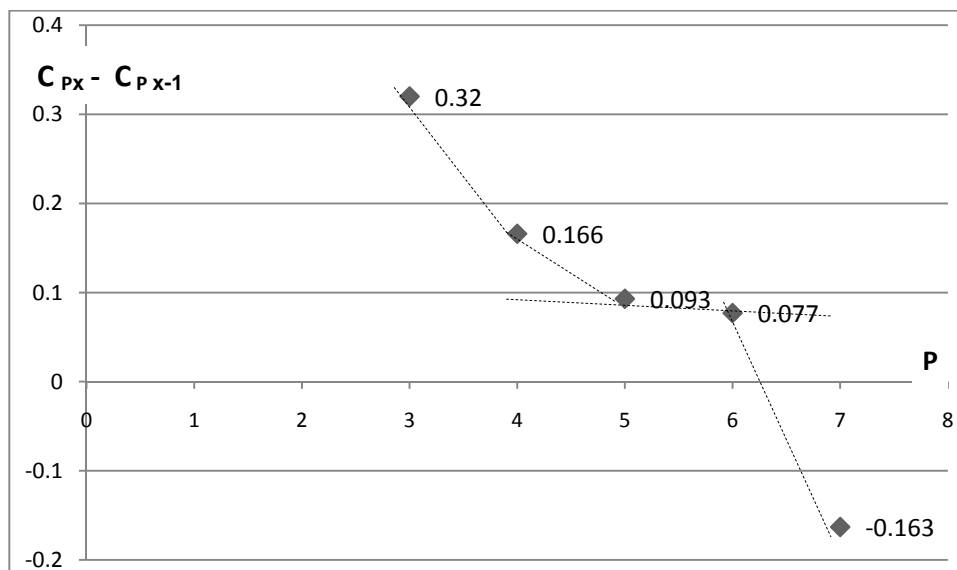


Fig. N°50. Variación de la Diferencia de los Valores de C, en Función del Incremento del Periodo

Luego, cuando el valor del periodo aumenta, el valor de C y su incremento podría tener un comportamiento análogo al de la densidad relativa de distribución de niveles, respecto a un máximo referencial de niveles y el grado de homologación, establecida a través del valor de  $K_{PD}$ .

El cálculo de la constante discriminatoria, en función de la densidad relativa de cada uno de los periodos y para la totalidad de la Tabla Periódica; se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$K_{PD} = \frac{\sum P_{NH} K_{NH} + \sum P_H K_H}{9} = K_{NH} (1/9 + 2/9 + 3/9 + 4/9 + 5/9 + 6/9) + (K_{NH} + K_H) (7/9) + K_H (8/9 + 9/9)$$

Dicho cálculo, aplica el valor de  $K_{NH}=0$  y  $K_H=1$ , para todos los periodos de alta densidad. Sin embargo, el valor de  $K_{PD}$  es diferente para todos los periodos de baja densidad de niveles, donde  $K_{NH}=1$  y  $K_H=0$  y cuyo valor puede ser calculado de la siguiente manera.

$$K_{PD} = K_{NH} (1/9 + 2/9 + 3/9 + 4/9 + 5/9 + 6/9) + (K_{NH} + K_H) (7/9) + K_H (8/9 + 9/9)$$

$$K_{PD} = 1 (1/9 + 2/9 + 3/9 + 4/9 + 5/9 + 6/9) + (1 + 0) (7/9) + 0 (8/9 + 9/9)$$

$$K_{PD} = 3.111$$

Donde, este valor calculado es el mismo para los 7 primeros periodos.  $K_{PD} = 3.111$  (Tabla N°102)

Tabla N°102. C y  $K_{PD}$

P	C	$K_{PD}$
1		3.111
2	1.14	3.111
3	1.46	3.111
4	1.63	3.111
5	1.72	3.111
6	1.80	3.111
7	<b>*1.63</b>	<b>3.111</b>

Al estar C y  $K_{PD}$  relacionados con la densidad relativa de la distribución de niveles, permite que ambos puedan ser representados como una fracción adimensional; donde numerador y denominador son de primer grado, respecto del periodo.

$$f_1(P) / f_2(P)$$

Al aumentar, directamente, el valor de C con el periodo; su diferencia respecto de  $K_{PD}$  disminuirá gradualmente, tendencia que se manifiesta en el acercamiento entre niveles. Este comportamiento induce a pensar que la diferencia:  $K_{PD} - C$  (Tabla N°103), guarda algún tipo de relación adimensional, en función del periodo, donde numerador y denominador son también de primer grado.

$$(AP + a) / (BP + b)$$

Tabla N°103. Diferencias de  $K_{PD} - C$

P	C	$K_{PD}$	$K_{PD} - C$
1		3.111	¿?
2	1.14	3.111	1.971
3	1.46	3.111	1.651
4	1.61	3.111	1.485
5	1.71	3.111	1.392
6	1.79	3.111	1.315
7	<b>*1.63</b>	<b>3.111</b>	<b>1.478</b>

En esta Tabla, se observa que  $K_{PD} - C$  es mayor que uno y por lo tanto  $AP + a > BP + b$ .

Pudiendo establecerse una simple aproximación, como:

$$K_{PD} - C = (P+2)/P$$

Tabla N°104. Comparación entre  $K_{PD} - C$  y  $(P+2)/P$

P	C	$K_{PD}$	$K_{PD} - C$	$(P+2)/P$
1		3.111	¿?	3.000
2	1.14	3.111	1.971	2.000
3	1.46	3.111	1.651	1.667
4	1.61	3.111	1.485	1.500
5	1.71	3.111	1.392	1.400
6	1.79	3.111	1.315	1.333
7	<b>*1.63</b>	<b>3.111</b>	<b>1.478</b>	<b>1.286</b>

El valor de la constante C puede ser obtenido al despejarlo, en función de P y de  $K_{PD}$ , por tanto denominado  $C_{p,k}$ .

$$C_{p,k} = K_{PD} - (P+2)/P, \quad \text{ó}$$

$$C_{p,k} = \frac{\sum P_{NH} K_{NH} + \sum P_H K_H}{9} - \frac{PK+2}{PK}$$

Al comparar los valores de C y  $C_{p,k}$ , en la Tabla N° 105, se comprueba la relación existente entre estos por medio de  $K_{PD}$ .

Tabla N°105. Comparación entre C y  $C_{p,k}$

P	C	$C_{p,k}$
1		0.11
2	1.14	1.11
3	1.46	1.44
4	1.63	1.61
5	1.72	1.71
6	1.80	1.78
7	<b>*1.63</b>	<b>1.83</b>

Sin embargo, dicha relación de correspondencia, observada en los seis primeros periodos, divergen en el séptimo periodo; donde  $C_{p,k}$  en lugar de disminuir, como en el valor de C, sigue creciendo. Dicho antagonismo, entre ambos valores, es explicado mediante el Efecto Relativista (E.R.), el que además de invertir la tendencia de las propiedades periódicas de los elementos, también invierte la tendencia en el crecimiento de C. Todo esto tiene correlación con las contracciones; Lantánida y Actínida.

Así mismo, el Efecto Relativista (E.R.) influye en la configuración arquitectónica de los números cuánticos y, de menor a mayor grado, al aumentar el periodo.

#### IV.41 COMPETITIVIDAD ELECTRÓNICA DE LOS SUBNIVELES d Y f <sup>(60)</sup>

Se sabe que cada uno de los elementos definidos por su número atómico y su configuración electrónica, contiene a los electrones en orbitales de un único subnivel, el que corresponde al block que lo representa.

Por otro lado, de existir una manifestación incipiente del E.R. en el block 4f, los electrones completarían con regularidad solo los orbitales f. Sin embargo, se observa que desde el primer elemento son ocupados los orbitales del subnivel d; que al estar cerca de los orbitales 4f, debido al E.R., compiten por la tenencia de los electrones, disminuyendo en éste el número de electrones.

Así mismo, se observa que la incidencia del E.R es mayor al aumentar el periodo; de ahí que, respecto al 4f, disminuye la competitividad electrónica del subnivel 5f, al igual que la cantidad de electrones que contiene, teniendo relación con la mayor contracción radial, de los Actínidos respecto a los Lantánidos. (Tabla N°106)

##### HIPOTESIS 4

*La capacidad para captar electrones, de manera competitiva, por parte de los subniveles; es directamente proporcional a su radio atómico.*

Tabla N°106. Configuración electrónica de Lantánidos y Actínidos

Lantánidos														
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
4f <sup>0</sup>	4f <sup>1</sup>	4f <sup>3</sup>	4f <sup>4</sup>	4f <sup>5</sup>	4f <sup>6</sup>	4f <sup>7</sup>	4f <sup>7</sup>	4f <sup>9</sup>	4f <sup>10</sup>	4f <sup>11</sup>	4f <sup>12</sup>	4f <sup>13</sup>	4f <sup>14</sup>	4f <sup>14</sup>
5d <sup>1</sup>	5d <sup>1</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>1</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>0</sup>	5d <sup>1</sup>
Actínidos														
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
5f <sup>0</sup>	5f <sup>0</sup>	5f <sup>2</sup>	5f <sup>3</sup>	5f <sup>4</sup>	5f <sup>6</sup>	5f <sup>7</sup>	5f <sup>7</sup>	5f <sup>9</sup>	5f <sup>10</sup>	5f <sup>11</sup>	5f <sup>12</sup>	5f <sup>13</sup>	5f <sup>14</sup>	5f <sup>14</sup>
6d <sup>1</sup>	6d <sup>2</sup>	6d <sup>1</sup>	6d <sup>1</sup>	6d <sup>1</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>1</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>0</sup>	6d <sup>1</sup>

La competencia, por los electrones, que el subnivel f experimenta y simbolizada como  $I_f$  permite establecer el número de los electrones  $\#e_f$  que lo ocupan; respecto de la cantidad total de electrones  $\#e_f + \#e_d$  que completan los subniveles f y d.

Todo esto conduce a que la acción del efecto relativista en el block f, pueda cuantificarse a través de la competitividad electrónica del subnivel f, simbolizada como  $I_f$ .

$$I_f = \frac{\#e_f}{\#e_f + \#e_d}$$

En los Lantanoides, desde el La hasta el Lu, se calcula la fracción que representa al número de electrones en el subnivel 5d, respecto del número total de electrones que se encuentran en los subniveles 5d y 4f, de la configuración electrónica de cada elemento.

Tabla N°107. Fracción que Representa a la Ocupación del Subnivel 5d

	$\#e_{5d}$	$\#e_{4f}$	$I_{5d}$
<b>La</b>	1	0	1.000
<b>Ce</b>	1	1	0.500
<b>Gd</b>	1	7	0.125
<b>Lu</b>	1	14	0.067

La suma de las fracciones,  $\Sigma I_{5d}$ , indica que sólo una parte de los 15 elementos, tiene el subnivel 5d ocupado; mientras que la parte restante,  $15 - \Sigma I_{5d}$ , completan sólo el subnivel 4f. Tabla Nº107.

$$\begin{aligned}\Sigma I_{5d} &= 1.692 \\ 15 - \Sigma I_{5d} &= 13.308\end{aligned}$$

Luego, la competitividad electrónica  $I_{4f}$ , del subnivel 4f, en todos estos elementos es:

$$I_{4f} = (15 - \Sigma I_{5d})/15 = 13.308 / 15 = 0.887$$

El resultado nos indica que el valor,  $I_{4f} = 0.887$  (89%), denominada competitividad electrónica del subnivel 4f, corresponde a la parte que contiene electrones en el subnivel 4f, respecto del total. Esto significa que la capacidad electrónica del subnivel 4f, para los Lantánidos, no es del 100% y que debido al E.R. se contrajo aproximadamente un 11%.

Así mismo, en los Actinoides, desde el Ac hasta el Lr, se calcula la fracción que representa al número de electrones en el subnivel 6d, respecto del número total de electrones que se encuentran en los subniveles 6d y 5f, de la configuración electrónica de cada elemento.

**Tabla Nº108. Fracción que Representa a la Ocupación del Subnivel 6d**

	$\#e_{6d}$	$\#e_{5f}$	$I_{6d}$
<b>Ac</b>	1	0	1.000
<b>Th</b>	2	0	1.000
<b>Pa</b>	1	2	0.333
<b>U</b>	1	3	0.250
<b>Np</b>	1	4	0.200
<b>Cm</b>	1	7	0.125
<b>Lr</b>	1	14	0.067

$$\begin{aligned}\Sigma I_{6d} &= 2.975 \\ 15 - \Sigma I_{6d} &= 12.025\end{aligned}$$

La suma de las fracciones,  $\Sigma I_{6d}$ , indica que sólo una parte de los 15 elementos, tiene el subnivel 6d ocupado; mientras que la parte restante  $15 - \Sigma I_{6d}$  completan sólo el subnivel 5f. (Tabla Nº 108.)

$$I_{5f} = (15 - \Sigma I_{6d})/15 = 12.025/15 = 0.802$$

El resultado nos indica que el valor,  $I_{5f} = 0.802$  (80%), denominado competitividad electrónica del subnivel 5f, corresponde a la parte que contiene electrones en el subnivel 5f. Esto significa que la capacidad electrónica del subnivel 5f, para los Actínidos, no es del 100% y que debido al E.R. se contrajo aproximadamente un 20%.

De todo esto, se puede decir que la competitividad electrónica ( $I_{5f} = 0.802$ ) del subnivel 5f se contrajo más que la del subnivel 4f ( $I_{4f} = 0.887$ ).



#### IV.42 INFLUENCIA DE LA COMPETITIVIDAD ELECTRÓNICA, DE CUALQUIER SUBNIVEL, EN EL VALOR DEL RADIO ATÓMICO.

Al establecer la competitividad diferenciada entre los subniveles 4f y 5f, al pasar del periodo 6 al periodo 7, se observa que el número de electrones que ocupan los orbitales del subnivel f, disminuye y, proporcionalmente, se acentúa la contracción del radio de los elementos. En el periodo 7, por ejemplo, (fig. N°51 ) se tiene, en la parte superior, a un elemento del block s con 7 niveles energéticos y en la parte inferior, un elemento del block f cuyo R.A. ha disminuido, en correspondencia a su competitividad electrónica ( $I_f$ ), mostrando su influencia en la contracción de los 7 niveles.

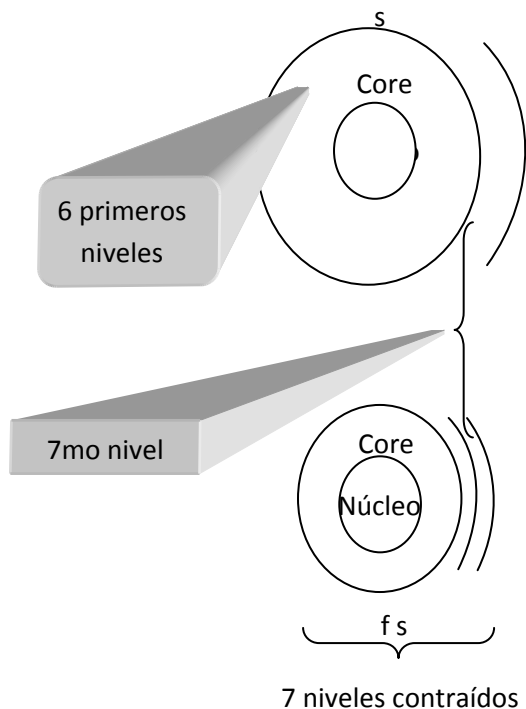


Fig. N° 51. Elementos del Block s y f, del Séptimo Periodo

Como todos los niveles se contraen, es posible referirla como el producto del número de niveles o Periodo (P), de un elemento, multiplicándolo por un factor menor que la unidad; correspondiente a la competitividad electrónica ( $I_f$ ) del subnivel f.

$$P I_f$$

Sin embargo, al considerar dos elementos, del mismo periodo (6 ó 7), y que tienen cantidades diferentes de Blocks; se observa que para el que tiene un sólo block (s) su R.A. es muy grande; a diferencia de un segundo elemento, que teniendo mayor cantidad de blocks; su R.A. se contrae.

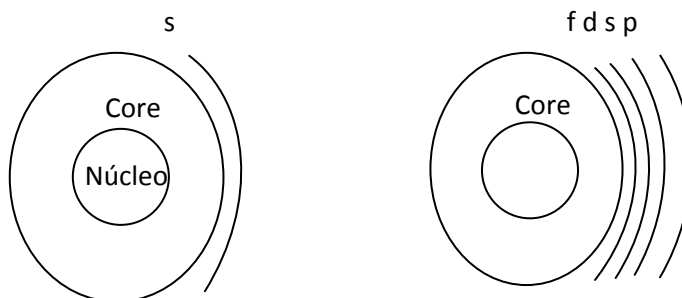


Fig. N°52. Representación de un Elemento del Block s y otro del Block p.

Luego, la contracción de todos los niveles, depende de la competitividad electrónica del subnivel f y de los demás subniveles; de ahí la importancia de aplicar el producto de todas estas competitividades electrónicas. Estos subniveles se refieren a los configurados en el periodo, al que pertenece el elemento.

$$\Pi I = I_s * I_g * I_f * I_d * I_p$$

De este modo, el producto de las competitividades electrónicas  $\Pi I$ , de los subniveles configurados en un periodo, es directamente proporcional a su radio atómico. A partir de  $\Pi I$ , se puede expresar la contracción de los niveles, multiplicándolo por el número de niveles o Periodo (P) de un elemento.

$$P * \Pi I$$

Este producto,  $P * \Pi I$ , reduce el valor de C y a su vez, el valor del Radio Atómico.

$$C = \frac{\sum P * k \Pi I}{9} - \frac{\frac{1/2}{P * k \Pi I} + 2}{1/2(P-6)}$$

El rol que cumple P-6, es discriminar la competitividad,  $I_f$ , del periodo 7 respecto del Periodo 6. *Los ex ponentes de 1/2 están indicados en base a ensayo-error.* <sup>(61)</sup>

#### IV.43 CÁLCULO DE LOS VALORES DE C, PARA LOS PERIODOS 6 y 7

Para el periodo 7, el efecto relativista se expresa en los elementos posteriores a los tres primeros del periodo. Estos son de menor R.A. respecto de los elementos del periodo 6, al igual que su valor de C es menor que la del anterior periodo. Por lo cual, se hace uso del valor contraído de  $C = 1.638$ , sólo para los elementos posteriores al elemento del tercer grupo del periodo; donde el efecto relativista es evidente.

Así mismo, para el periodo 7, se tiene dos valores para C, a los 3 primeros elementos, por tener  $\Pi I = 1$ , les corresponderán el valor más alto de  $C=1.825$  (Fr, Ra, Ac), en relación al menor valor de  $C=1.638$  para los elementos subsiguientes, por tener  $I_{sf} = 0.802$ ; debido a la competitividad electrónica. Esto es coherente con la Aproximación 3 de la Hipótesis 3; en la fórmula del R.A., la que fue construida en base a la discriminación de los elementos de los 3 primeros grupos (radios altos), respecto de los siguientes (radios bajos), lo cual va de acuerdo con el efecto relativista evidenciado en un grado considerable posterior a los tres primeros elementos de cada periodo.

De manera análoga, esto ocurre en el Periodo 6, donde para los 3 primeros elementos,  $\Pi I = 1$ , da un valor de  $C=1.778$ ; mientras que el valor de  $C=1.761$  para los elementos posteriores a los 3 primeros, debido a la competitividad electrónica  $I_{4f} = 0.887$ . <sup>(62)</sup>

#### IV.44 EL VALOR DE LA PENDIENTE Y SU RELACIÓN CON EL SUBNIVEL

Según la Fig. N°53, los Radios varían a lo largo de una trayectoria que tiene una pendiente específica  $m'_s$ ,  $m'_f$ ,  $m'_d$ ,  $m'_p$  para cada subnivel de su respectivo block; pero que es en términos generales, independiente del valor del Periodo.

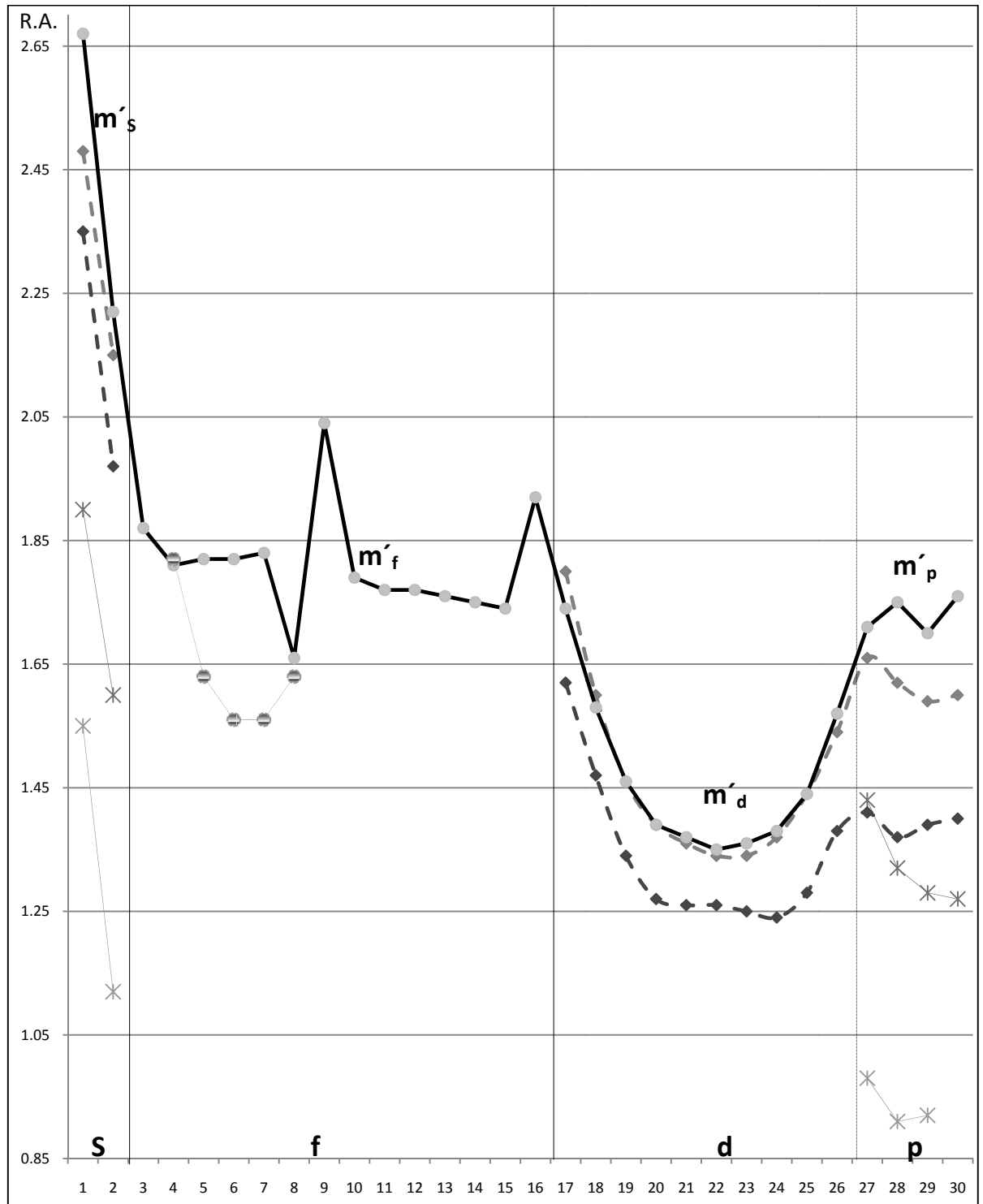


Fig. N°53. Pendientes de la Trayectoria del Radio atómico de los elementos según el subnivel representado por cada block s, f, d y p. En el eje X esta el número ordinal del Grupo.

Así, en los periodos posteriores al primero, cada par de estos, “esta diferenciado” por un nuevo subnivel y orbital (o) representado por el *Block* que respecto al block s, le es adyacente (s...o), y que tiene su propia pendiente:  $m'_f$ ,  $m'_d$ ,  $m'_p$ . Además los valores de las pendientes (m), calculadas, siguen este mismo comportamiento referidas a sus valores según cada subnivel y su orbital “o”. Esto, permite reconocer un valor aproximado de  $m_p = 0.200$  para los periodos dos y tres, correspondiente al nuevo block p. De la misma manera, en el siguiente par de periodos, 4 y 5, donde aparece el block d aproximadamente con su  $m_d = 0.135$ , Tabla N°109.

Tabla N°109. Valores de las Pendientes  $m_{\text{Block}}$  y m calculadas

P	Blocks	s...o	Nuevo Block	$m_{\text{Block}}$	$m_o$	m
1	s		s	$m'_s$	$m_s$	?
2	sp	s...p	p	$m'_p$	$m_p$	0.192
3	sp	s...p	p	$m'_p$	$m_p$	0.207
4	sdp	s...d	d	$m'_d$	$m_d$	0.133
5	sdp	s...d	d	$m'_d$	$m_d$	0.136
6	sfdp	s...f(d)	f (d)	$m'_f$	$m_f$	<b>0.137</b>
7	sfdp	s...f(d)	f (d)	$m'_f$	$m_f$	<b>0.221</b>

#### IV.45 EL NÚMERO DE ORIENTACIONES TOTALES, EN RELACIÓN A LA PENDIENTE

Sin embargo, las pendientes, m, calculadas para los periodos donde aparece el block f (6 y 7), son muy diferentes (0.141 y 0.221). Para el sexto periodo, el valor de  $m = 0.137$  tiende al de  $m = 0.135$ , referido al subnivel d del par de periodos anterior. Por otro lado, en el séptimo periodo el valor de la pendiente m se basa *exclusivamente* en los elementos actínidos, donde sus E.O. dependen, fundamentalmente, de los electrones en los orbitales f, cuyo comportamiento está asociado al valor de la pendiente  $m = 0.221$  del séptimo periodo, y que se corresponde con el  $m_f$ .

Tabla N°110. Pendientes Calculadas y su Relación con el Número total de Orientaciones.

P	Blocks	s...o	Nuevo Block	m	$M_L$	Ne
1	s		s		1	1
2	sp	s...p	p	0.192	3	2
3	sp	s...p	p	0.207	3	2
4	sdp	s...d	d	0.133	5	3
5	sdp	s...d	d	0.136	5	3
6	sfdp	s...d	d	0.137	5	1
6	sfdp	s...f	f	0.221	7	1
7	sfdp	s...f	f	<b>0.221</b>	<b>7</b>	<b>1</b>

En la Tabla N°110, se observa posterior al primer periodo, una relación cada par de estos, dada para cada subnivel, en su número de orientaciones espaciales  $M_L$ , la pendiente calculada m y el número de blocks efectivo Ne.

Esto permite usar a  $M_L$  como el número total de orientaciones del subnivel y a Ne como el número de blocks efectivo; para el cálculo de las pendientes m.

#### IV.46 CÁLCULO DE LAS PENDIENTES INICIALES DE LOS SUBNIVELES

Al tratar de encontrar la pendiente calculada  $m$ , es posible relacionar sus distintos valores con los respectivos valores distintos de  $M_L$  y que corresponden a cada orbital,  $o$ .

Tabla N°111. Relación entre  $M_L$  y la pendiente  $m$ .

$o$	$M_L$	$m$
s	1	
p	3	0.200
d	5	0.135
f	7	0.221
g	9	

En cada periodo, y posterior al block s, la aparición sucesiva de los siguientes blocks respecto al subnivel que representa, corresponde a los valores de mayor a menor valor del número de orientaciones total de estos. De modo, que los electrones de un subnivel completo, tienen  $M_L + 2$  orientaciones respecto a las  $M_L$  orientaciones de los electrones del siguiente subnivel. Esto equivale a que el número de orientaciones  $M_L + 2$  de los electrones en un subnivel completo, no dirigirán directamente con sus reempes, las orientaciones de los electrones que vendrán, significando que estas  $M_L + 2$  dejan de ser vigentes para los próximos electrones y empieza a regir el nuevo  $M_L$ .

Una expresión matemática para el paso de la vigencia de un  $M_L + 2$  al  $M_L$  siguiente, sería análoga a, deshacer (dividir) la vigencia del antiguo número de orientaciones totales  $M_L + 2$  y reconstituir (multiplicarlo) un nuevo número de orientaciones totales  $M_L$  vigente para recibir los nuevos electrones. Esto corresponde a una fracción, cuyo valor es posible ensayarlo como una primera aproximación  $f1$ , para el valor de la pendiente  $m$ .

$$\frac{M_L}{M_L + 2}$$

Tabla N°112. Aproximación  $f1$  al Valor de la pendiente  $m$ .

	$M_L$	$f1$	$m$
p	3	0.60	0.200
d	5	0.71	0.135
f	7	0.78	0.221

Se sabe, además, que las potencias de números mayores de uno, son mayores que éstos; mientras las potencias de números menores de uno, son menores que estos y lo son cada vez más, cuando la potencia es cada vez mayor. Si se sabe que  $f_1$ , aumenta con el valor de  $M_L$ , disminuirá paralelamente si se le usa como potencia; como en la siguiente función  $f_2$ .

$$\left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L}$$

Tabla N° 113. Aproximación  $f_2$  al valor de la pendiente  $m$ .

	$M_L$	$f_1$	potencia ( $M_L$ )	$f_2$	$m$
p	3	0.60	3	0.216	0.200
d	5	0.71	5	0.186	0.135
f	7	0.78	7	0.172	0.221

Si para los subniveles p, d y f; se aproxima  $f_2$  al valor de  $m$ , se observa que la potencia está en función de  $M_L + q$ , tal que "q" corresponda a una serie de valores próximos a 0, 1, -1, en una nueva función,  $f_3$ .

Tabla N°114. Aproximación  $f_3$  al valor de la pendiente  $m$ .

	$M_L$	potencia ( $M_L + q$ )	q	Ne	$f_3$	$m$
p	3	3	0	2	0.216	0.200
d	5	6	1	3	0.133	0.135
f	7	6	-1	1	0.221	0.221

Donde el valor de q, guarda una relación sencilla con el Número de Blocks Efectivo, Ne. Luego,

$$q = Ne - 2$$

$$\left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + q}$$

La exponencial obtenida será la siguiente:

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

Tal que en la fórmula encontrada,  $m_o$  representa la pendiente de cada subnivel, correspondiente a cada block, y el  $M_L$  como exponente del (Ne -2), ha sido puesto por razón de evitar denominadores de valor cero.

#### IV.47 LA PENDIENTE PROMEDIO

En la Fig. N° 54 se tiene que las pendientes para el Block p son semejantes entre sí, tanto en los periodos 2 y 3, como en 4 y 5. Sin embargo, cada par es diferente como consecuencia de la cantidad diferente de blocks en cada par de periodos. Se espera que al tener, los periodos 6 y 7, igual número de blocks sean sus pendientes aproximadamente semejantes entre sí; pero diferente a los otros dos pares.

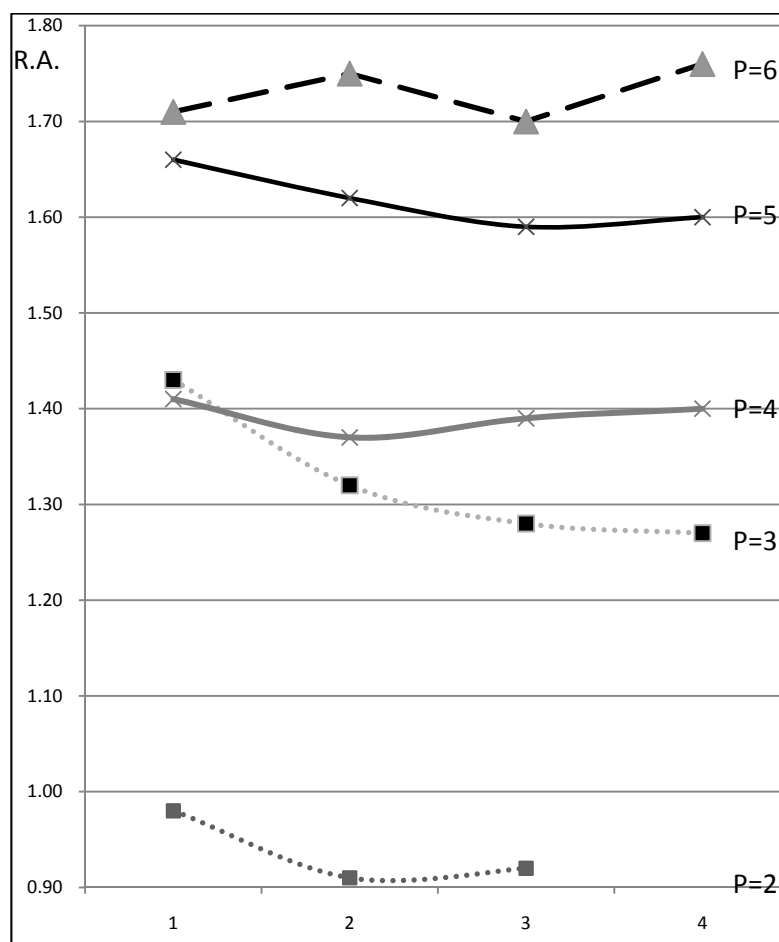


Fig. N°54. Pendientes de la Trayectoria del Radio atómico de los elementos del block p, de los seis primeros periodos. El eje X representa el valor ordinal del Grupo del block p.

Esto, es un indicador, de que la pendiente de la grafica de los R.A. de los elementos del block p, dependen cada par de periodos, de la pendiente asociada a los R.A. de los elementos de los nuevos blocks adyacentes que aparecen. De modo, que los elementos del block p, contabilizan a los subniveles en el periodo que se encuentran, cuyos valores de  $M_L$  van de mayor a menor, y por lo tanto contabilizadas sus pendientes. Esto, permite aseverar que para el R.A. de un elemento del block p, su pendiente es la promedio de las pendientes  $m_o$  de los subniveles del mismo periodo; exceptuando al subnivel s ( $l=0$ ), de un menor valor de Energía relativa degenerada.

$$m = \frac{\sum_{l=1}^l m_o}{\text{Número de } m}$$

#### IV.48 LA PENDIENTE PROMEDIO PONDERADA

La pendiente del subnivel f, en el sexto periodo, ( $m_o = 0.137$ ) experimenta un amortiguamiento; respecto de la pendiente del subnivel f (0.221) del periodo siete, debido a la alta contribución de la pendiente del subnivel d (0.135), Tabla N°115, indicando un peso de ponderación a las pendientes de cada subnivel.

Tabla N° 115. Contribución fuerte de la pendiente  
Del subnivel d, opuesta al subnivel f.

P	$m_o$	Blocks
1		s
2	0.192	p
3	0.207	p
4	0.133	d
5	0.136	d
6	0.137	f(d)
7	0.221	f(d)

Todo lo cual sugiere, el valor de la pendiente promedio ponderada,  $m$ , al incluir como factor a la contribución  $t$ , de la pendiente,  $m_o$ , de cada subnivel.

$$m = \frac{\sum_{l=1}^l m_o t}{\sum t}$$

De lo anterior, se espera que para el block d del sexto periodo, la contribución  $t$  de la pendiente del subnivel f, sea incipiente en relación al subnivel d.

Correspondiendo, la representación del peso  $t$  del subnivel, a un valor obtenido por el método ensayo\_error, donde  $N_i$  es el número de blocks cuyos subniveles intervienen en la pendiente resultante en función de sus  $M_L$  y  $h$  el parámetro discriminatorio de homologación de los subniveles.

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$



## V. CALCULOS

Los Cálculos a realizarse para la determinación del Radio Atómico pueden efectuarse mediante la siguiente fórmula propuesta, cuyos variables dependen de otros parámetros, hipótesis y enunciados.

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

### Cálculo de $C_{PK}$

El Valor de  $C_{PK}$  esta en función del valor del Periodo P, de la constante de homologación  $K_H$ , y del producto de las competitividades electrónicas de los subniveles  $\Pi I$ .

$$C_{PK} = \frac{\sum P^k \Pi I}{9} - \frac{P \Pi I^{1/2} + 2}{1/2(P-6) P \Pi I}$$

$$C_{P,k} = ((P1+P2+P3+P4+P5)(1-K_H)\Pi I + P6(1-K_H)\Pi I + P7(1-K_H)\Pi I + (P8+P9)(K_H)(\Pi I))/9 - \frac{P \Pi I^{1/2} + 2}{1/2(P-6) P \Pi I}$$

$$C_{P,k} = (21)(1-K_H)(1) + (6)(1-K_H)(\Pi I) + (7)(1-K_H)(\Pi I) + (8+9)(K_H)(\Pi I))/9 - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

Para los siete primeros periodos  $K_H = 0$ , simplificándose el valor de  $C_{PK}$ ,

$$C_{P,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

Al respecto, para todos los subniveles de todos los periodos el valor de las competitividades  $I=1$  que tendrán  $\Pi I=1$ , excepto para los elementos posteriores al tercero de los periodos sexto y séptimo, en que el subnivel 4f ( $I_{4f} = 0.887$ ) y subnivel 5f ( $I_{5f} = 0.802$ ), y por lo tanto del mismo valor para el  $\Pi I$  respectivamente. (Tabla N°116).

Tabla N°116. Valores de  $\Pi I$  para determinados Z

P	Z	$\Pi I$
P 6	58_86	0.887
P 7	90_118	0.802

Para todos los periodos,  $\Pi I=1$ ; excepto para elementos que solo son posteriores al tercer grupo del periodo 6 y que solo para este es fraccionario el valor  $\Pi I=0.887$  y que análogamente, solo para elementos posteriores al tercer grupo del periodo 7 y solo para este es fraccionario el valor  $\Pi I=0.802$ . Esto, se debe a que la contracción del subnivel 4f y 5f afecta a los elementos posteriores al tercero de cada periodo respectivamente.

### Cálculo de m

Siendo  $M_L$  el número de orientaciones totales del subnivel y  $N_e$ , el número de blocks efectivo, definido como el número de blocks del mismo grado de homologación, del subnivel de un block en su primera aparición en la T.P., los que intervienen en la pendiente resultante al interaccionar los electrones en función de sus  $M_L$ ,

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)^{1-h}$$

Donde h es la constante discriminadora de homologación de los subniveles,

Tabla N°117. Valores de h

subnivel	h
s, p, d	0
f, g	1

Y donde la contribución, t, de cada subnivel, es regida mediante la ecuación

$$t = \frac{h}{(Ni-1) - 2}$$

En el que Ni es el número de blocks cuyos subniveles intervienen en la pendiente resultante al interaccionar cualquier tipo de partículas (electrones y/o protones) en función de sus  $M_L$  y h el parámetro discriminador de homologación de los subniveles. Los valores calculados de Ni para los elementos del block s, y los respectivos  $M_L$ , fueron determinados con anterioridad y ahora datados en la siguiente Tabla N° 118 y 119.

Tabla N° 118

P		Ni	$M_L$
1	H	2	9
2	Li	2	9
3	Na	2	3
4	K	2	3
5	Rb	2	3
6	Cs	2	3
7	Fr	2	3

Tabla N° 119

P		Ni	$M_L$
1	He	2	9
2	Be	2	3
3	Mg	2	3
4	Ca	2	5
5	Sr	2	5
6	Ba	2	7
7	Ra	2	7

Donde el valor de  $m_o$  a su vez es calculado por,

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

En cuanto al cálculo de la pendiente m, esta se efectúa mediante la fórmula.

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

Al respecto se dará el cálculo de algunos elementos como ejemplo.

# Hidrógeno

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=1$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 0.111$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO N°9)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$m_o = 0.201$$

$$h$$

$$t = \left| (N_i - 1) - 2 \right|$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.201$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 0.111$$

$$m = 0.201$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.53 amstrong, para el Hidrógeno.

# Helio

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=1$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 0.111$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO 16)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$m_o = 0.201$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.201$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 0.111$$

$$m = 0.201$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 0.41 amstrong, para el Helio.

## Litio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO N°15)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2 \text{ (Por Definición)}$$

$$N_i = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.164$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.164$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.164$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.55 amstrong, para el Litio.

## Lantano

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 1 \text{ (ENUNCIADO N°3)}$$

$$C_{p,k} = 1.778$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.778$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.87 amstrong, para el Lantano.

## Cerio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887 \text{ (HIPOTESIS 4, ENUNCIADO N°3)}$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Cerio.

## Lutecio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887 \text{ (HIPOTESIS 4, ENUNCIADO N°5)}$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left( \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right)$$

$$t = 1$$

$$M_L = 0 \text{ (ENUNCIADO N°15)}$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 0.5$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.000$$

$$t = \left( \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right)$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$



Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4 \text{ (ENUNCIADO N°15)}$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Lutecio.

Estos ejemplos de cálculo de los elementos, Hidrógeno, Helio, Litio, Lantano, Cerio y Lutecio, permiten conocer el procedimiento del tratamiento de los parámetros, que intervienen en la fórmula propuesta para la determinación del Radio Atómico. Así mismo, permiten conocer, cuales son los Enunciados e Hipótesis usados para todos los demás elementos, entre estos el Litio, es el único elemento, en el que para calcular el Numero de blocks efectivo  $N_e$ , no se uso la fórmula sino su definición.

Estos parámetros, se tabulan a continuación en la Tabla N° 120, para su aplicación en los elementos de los siete periodos, desde el Hidrógeno hasta el Plutonio.

Tabla N° 120. Parámetros para el cálculo del R.A.F. desde Z=1 hasta Z=118

Z	P	ΠI	Ni	s...o	mls	mlp	mld	mlf	G <sub>B</sub>
1	1	1	2	s...g	9				1
2	1	1	2	s...g	9				2
3	2	1	2	s...g	9				1
4	2	1	2	s...g	3				2
5	2	1	2	sp		3			3
6	2	1	2	sp		3			4
7	2	1	2	sp		3			5
8	2	1	2	sp		3			6
9	2	1	2	sp		3			7
10	2	1	2	sp		3			8
11	3	1	2	s...p	3				1
12	3	1	2	s...p	3				2
13	3	1	2	sp		3			3
14	3	1	2	sp		3			4
15	3	1	2	sp		3			5
16	3	1	2	sp		3			6
17	3	1	2	sp		3			7
18	3	1	2	sp		3			8
19	4	1	2	s...p	3				1
20	4	1	2	s...d	5				2
21	4	1	2	sd			5		3
22	4	1	2	sd			5		4
23	4	1	2	sd			5		5
24	4	1	2	sd			5		6
25	4	1	2	sd			5		7
26	4	1	2	sd			5		8
27	4	1	2	sd			5		9
28	4	1	2	sd			5		10
29	4	1	2	sd			5		11
30	4	1	2	sd			5		12
31	4	1	2	sd		0	5		13
32	4	1	3	sdp		3	5		4
33	4	1	3	sdp		3	5		5
34	4	1	3	sdp		3	5		6
35	4	1	3	sdp		3	5		7
36	4	1	3	sdp		3	5		8
37	5	1	2	s...p	3				1
38	5	1	2	s...d	5				2
39	5	1	2	sd			5		3
40	5	1	2	sd			5		4
41	5	1	2	sd			5		5
42	5	1	2	sd			5		6
43	5	1	2	sd			5		7
44	5	1	2	sd			5		8
45	5	1	2	sd			5		8
46	5	1	2	sd			5		10
47	5	1	2	sd			5		11
48	5	1	2	sd			5		12
49	5	1	2	sd		0	5		13
50	5	1	3	sdp		3	5		4
51	5	1	3	sdp		3	5		5
52	5	1	3	sdp		3	5		6
53	5	1	3	sdp		3	5		7
54	5	1	3	sdp		3	5		8

Continuación de la Tabla N° 120.

Z	P	III	Ni	s...o	mls	mlp	mld	mlf	G <sub>B</sub>
55	6	1	2	s...p	3				1
56	6	1	2	s...f	7				2
57	6	1	2	s...f				7	3
58	6	0.887	2	sf				7	3
59	6	0.887	2	sf				7	3
60	6	0.887	2	sf				7	3
61	6	0.887	2	sf				7	3
62	6	0.887	2	sf				7	4
63	6	0.887	2	sf				7	7
64	6	0.887	2	sf				7	4
65	6	0.887	2	sf				7	4
66	6	0.887	2	sf				7	4
67	6	0.887	2	sf				7	4
68	6	0.887	2	sf				7	4
69	6	0.887	2	sf				7	4
70	6	0.887	2	sf				7	7
71	6	0.887	2	sf			0	7	4
72	6	0.887	3	sfd			5	7	4
73	6	0.887	3	sfd			5	7	5
74	6	0.887	3	sfd			5	7	6
75	6	0.887	3	sfd			5	7	7
76	6	0.887	3	sfd			5	7	8
77	6	0.887	3	sfd			5	7	8
78	6	0.887	3	sfd			5	7	8
79	6	0.887	3	sfd			5	7	9
80	6	0.887	3	sfd			5	7	12
81	6	0.887	3	sfd		0	5	7	13
82	6	0.887	4	sfdp		3	5	7	4
83	6	0.887	4	sfdp		3	5	7	5
84	6	0.887	4	sfdp		3	5	7	6
85	6	0.887	4	sfdp		3	5	7	7
86	6	0.887	4	sfdp		3	5	7	8

Continuación de la Tabla N° 120.

Z	P	III	Ni	s...o	mls	mlp	mld	mlf	G <sub>B</sub>
87	7	1	2	s...p	3				1
88	7	1	2	s...f	7				2
89	7	1	2	sf				7	3
90	7	0.802	2	sf				7	2
91	7	0.802	2	sf				7	3
92	7	0.802	2	sf				7	4
93	7	0.802	2	sf				7	5
94	7	0.802	2	sf				7	6
95	7	0.802	2	sf				7	7
96	7	0.802	2	sf				7	3
97	7	0.802	2	sf				7	3
98	7	0.802	2	sf				7	3
99	7	0.802	2	sf				7	3
100	7	0.802	2	sf				7	3
101	7	0.802	2	sf				7	3
102	7	0.802	2	sf				7	7
103	7	0.802	2	sf			0	7	3
104	7	0.802	3	sfd			5	7	4
105	7	0.802	3	sfd			5	7	5
106	7	0.802	3	sfd			5	7	6
107	7	0.802	3	sfd			5	7	7
108	7	0.802	3	sfd			5	7	8
109	7	0.802	3	sfd			5	7	8
110	7	0.802	3	sfd			5	7	8
111	7	0.802	3	sfd			5	7	9
112	7	0.802	3	sfd			5	7	12
113	7	0.802	3	sfd		0	5	7	13
114	7	0.802	4	sfdp		3	5	7	4
115	7	0.802	4	sfdp		3	5	7	5
116	7	0.802	4	sfdp		3	5	7	6
117	7	0.802	4	sfdp		3	5	7	7
118	7	0.802	4	sfdp		3	5	7	8

Es a partir de estos parámetros que se determinara los Radios Atómicos para los elementos desde el Hidrógeno hasta el Plutonio.

# Hidrógeno

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=1$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 0.111$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO N°9)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$m_o = 0.201$$

$$h$$

$$t = \left| (N_i - 1) - 2 \right|$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.201$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 0.111$$

$$m = 0.201$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.53 amstrong, para el Hidrógeno.

## Helio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=1$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 0.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO 16)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.201$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.201$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 0.111$$

$$m = 0.201$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.41 amstrong, para el Helio.

## Litio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 9 \text{ (ENUNCIADO N°15)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2 \text{ (Por Definición)}$$

$$N_i = 2 \text{ (ENUNCIADO N°17)}$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.164$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.164$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.164$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.55 amstrong, para el Litio.

## Berilio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.09 amstrong, para el Berilio.



## Boro

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.96 amstrong, para el Boro.

## Carbono

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 0.91 amstrong, para el Carbono.

## Nitrógeno

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 5$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.92 amstrong, para el Nitrógeno.

## Oxigeno

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 6$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 0.95 amstrong, para el Oxigeno.

## Flúor

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.02 amstrong, para el Flúor.

## Neón

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=2$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.111$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.111$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 8$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.11 amstrong, para el Neón.

## Sodio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.95 amstrong, para el Sodio.

# Magnesio

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. =1.53 amstrong, para el Magnesio.



## Aluminio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.34 amstrong, para el Aluminio.

## Silicio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.28 amstrong, para el Silicio.

## Fosforo

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 5$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.28 amstrong, para el Fosforo.

## Azufre

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 6$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.33 amstrong, para el Azufre.

## Cloro

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.42 amstrong, para el Cloro.

## Argón

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=3$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.444$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.444$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 3$$

$$\boxed{R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}}$$

R.A.F. = 1.55 amstrong, para el Argón.

## Potasio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 2.30 amstrong, para el Potasio.

## Calcio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{I=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.96 amstrong, para el Calcio.



## Escandio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 3$$

$$\boxed{R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}}$$

R.A.F. = 1.58 amstrong, para el Escandio.

## Titanio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.39 amstrong, para el Titanio.

## Vanadio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 5$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.28 amstrong, para el Vanadio.

## Cromo

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 6$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.23 amstrong, para el Cromo.

# Manganeso

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.20 amstrong, para el Manganeso.

## Hierro

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.21 amstrong, para el Hierro.

## Cobalto

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{I=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 9$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.23 amstrong, para el Cobalto.

# Níquel

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 10$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.26 amstrong, para el Níquel.



## Cobre

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 11$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.31 amstrong, para el Cobre.

## Zinc

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 12$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.37 amstrong, para el Zinc.

## Galio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

### **$M_L = 0$ (Definición de electrón solitario)**

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 0.5$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.000$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.133$$

**$G_B = 13$  (Definición de electrón solitario)**

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.45 amstrong, para el Galio.

## Germanio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 4$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.45 amstrong, para el Germanio.

## Arsénico

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left\lceil \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right\rceil$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left\lceil \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right\rceil$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 5$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.39 amstrong, para el Arsénico.



## Selenio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left\lceil \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right\rceil$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left\lceil \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right\rceil$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 6$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.39 amstrong, para el Selenio.

## Bromo

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 7$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.42 amstrong, para el Bromo.

# Kriptón

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=4$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.611$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.611$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 8$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.49 amstrong, para el Kriptón.

## Rubidio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 2.54 amstrong, para el Rubidio.

## Estroncio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 2.17 amstrong, para el Estroncio.



## Ytrio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.75 amstrong, para el Ytrio.

## Zirconio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.53 amstrong, para el Zirconio.

## Vanadio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 5$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.42 amstrong, para el Niobio.

## Molibdeno

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 6$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.36 amstrong, para el Molibdeno.

## Tecnecio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{I=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.33 amstrong, para el Tecnecio.

## Rutenio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.33 amstrong, para el Rutenio.

## Rodio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.33 amstrong, para el Rodio.

## Paladio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 10$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.40 amstrong, para el Paladio.



## Plata

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 11$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 1.45 amstrong, para la Plata.

## Cadmio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 12$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.52 amstrong, para el Cadmio.

## Indio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

### **$M_L = 0$ (Definición de electrón solitario)**

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 0.5$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.000$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.133$$

**$G_B = 13$  (Definición de electrón solitario)**

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.60 amstrong, para el Indio.

## Estañó

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 4$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.60 amstrong, para el Estaño.

## Antimonio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 5$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.54 amstrong, para el Antimonio.



## Teluro

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 6$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.54 amstrong, para el Teluro.

# Iodo

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 7$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.57 amstrong, para el lodo.

# Xenón

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=5$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.711$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.174$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.711$$

$$m = 0.174$$

$$G_B = 8$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.64 amstrong, para el Xenón.

## Cesio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.778$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.778$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 2.72 amstrong, para el Cesio.

## Bario

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.778$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.778$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 2.12 amstrong, para el Bario.



## Lantano

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 1 \text{ (ENUNCIADO N°3)}$$

$$C_{p,k} = 1.778$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.778$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.87 amstrong, para el Lantano.

## Cerio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887 \text{ (HIPOTESIS 4, ENUNCIADO N°3)}$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Cerio.

## Praseodimio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Praseodimio.

## Neodimio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Neodimio.

## Prometio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$I$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Prometio.

## Samario

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Samario.

## Europio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.99 amstrong, para el Europio.

## Gadolinio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Gadolinio.



## Terbio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Terbio.

## Disproso

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Disproso.

## Holmio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Holmio.

## Erbio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Erbio.

## Tulio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Tulio.

## Iterbio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 7$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.99 amstrong, para el Iterbio.

## Lutecio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887 \text{ (HIPOTESIS 4, ENUNCIADO N°5)}$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7 \text{ (ENUNCIADO N°5)}$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left[ \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right]$$

$$t = 1$$

$$M_L = 0 \text{ (ENUNCIADO N°15)}$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 0.5$$

$$Ni = 2$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.000$$

$$t = \left[ \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right]$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.221$$

**$G_B = 4$  (ENUNCIADO N°15)**

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.76 amstrong, para el Lutecio.



## Hafnio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 4$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.61 amstrong, para el Hafnio.

## Tantalio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 5$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.49 amstrong, para el Tantalio.

# Tungsteno

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 6$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.42 amstrong, para el Tungsteno.

## Renio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 7$$

$$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.40 amstrong, para el Renio.



## Osmio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.40 amstrong, para el Osmio.

# Iridio

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.40 amstrong, para el Iridio.

## Platino

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 8$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.40 amstrong, para el Platino.

## Oro

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 9$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.42 amstrong, para el Oro.



## Mercurio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^I m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 12$$

$$\text{R.A.} = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$$

R.A.F. = 1.60 amstrong, para el Mercurio.

## Talio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 0$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 3$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

**$M_L = 0$  (Definición de electrón solitario)**

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 3$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.000$$

$$t = 1$$

$$m = \frac{\sum_{l=1}^l m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.133$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.133$$

$$G_B = 13$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.68 amstrong, para el Talio.

## Plomo

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 4$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.190$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.190$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.71 amstrong, para el Plomo.

## Bismuto

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 4$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.190$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.190$$

$$G_B = 5$$

$$C_{PK} + m(G_B-3)$$

$$R.A. = e^{\cos (Atan (G_B))}$$

R.A.F. =1.67 amstrong, para el Bismuto.



# Polonio

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 4$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.190$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.190$$

$$G_B = 6$$

$$C_{PK} + m(G_B-3)$$

$$R.A. = e^{\cos (Atan (G_B))}$$

R.A.F. =1.69 amstrong, para el Polonio.

## Astato

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 4$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.190$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.190$$

$$G_B = 7$$

$$C_{PK} + m(G_B-3)$$

$$R.A. = e^{\cos (Atan (G_B))}$$

R.A.F. =1.76 amstrong, para el Astato.

## Radón

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=6$$

$$\Pi I = 0.887$$

$$C_{p,k} = 1.761$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 5$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 3$$

$$Ni = 4$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)^{M_L + (Ne-2)}$$

$$m_o = 0.133$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$t = 1$$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 4$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left[ \frac{M_L}{M_L + 2} \right]$$

$$h$$

$$t = \left| (Ni-1) - 2 \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.190$$

Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.761$$

$$m = 0.190$$

$$G_B = 8$$

$$C_{PK} + m(G_B-3)$$

$$R.A. = e^{\cos (Atan (G_B))}$$

R.A.F. =1.87 amstrong, para el Radón.

## Francio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.825$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 3$$

$$h = 0$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 2$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.216$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.216$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.825$$

$$m = 0.216$$

$$G_B = 1$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. = 2.85 amstrong, para el Francio.

## Radio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I) / 9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.825$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.825$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 2.22 amstrong, para el Radio.



# Actinio

## Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I=1$$

$$C_{p,k} = 1.825$$

## Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

## Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.825$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{PK} + m(G_B-3)}{\cos (Atan (G_B))}}$
--

R.A.F. =1.96 amstrong, para el Actinio.

## Torio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I = 0.802$$

$$C_{p,k} = 1.638$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.638$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 2$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.84 amstrong, para el Torio.

## Protactinio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I = 0.802$$

$$C_{p,k} = 1.638$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$Ni = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (Ne-2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(Ni-1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.638$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 3$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B-3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.63 amstrong, para el Praseodimio.

## Uranio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I = 0.802$$

$$C_{p,k} = 1.638$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.638$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 4$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.56 amstrong, para el Uranio.

## Neptunio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I = 0.802$$

$$C_{p,k} = 1.638$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.638$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 5$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.57 amstrong, para el Neptunio.

## Plutonio

### Cálculo de $C_{pk}$

$$C_{p,k} = ((15 + 6 \Pi I + 7 \Pi I)/9) - \frac{P(\Pi I)^{0.5} + 2}{P(\Pi I)^{(0.5)(P-6)}}$$

$$P=7$$

$$\Pi I = 0.802$$

$$C_{p,k} = 1.638$$

### Cálculo de $m$

$$M_L = 7$$

$$h = 1$$

$$1-h$$

$$N_e = (0.5 M_L + 0.5)$$

$$N_e = 1$$

$$N_i = 2$$

$$M_L$$

$$M_L + (N_e - 2)$$

$$m_o = \left( \frac{M_L}{M_L + 2} \right)$$

$$t = \left| \frac{h}{(N_i - 1) - 2} \right|$$

$$m_o = 0.221$$

$$t = 1$$

$$l$$

$$\sum m_o t$$

$$m = \frac{\sum_{l=1} m_o t}{\sum t}$$

$$m = 0.221$$

### Obteniendo los datos

$$C_{pk} = 1.638$$

$$m = 0.221$$

$$G_B = 6$$

$R.A. = e^{\frac{C_{pk} + m(G_B - 3)}{\cos(\text{Atan}(G_B))}}$
---

R.A.F. = 1.64 amstrong, para el Plutonio.

## Medición Directa de los Radios Atómicos

Así mismo, para poder calcular directamente el Radio Atómico, mediante la Formula Propuesta,

$$R.A. = e \cos (\text{Atan } (G_B))$$

Se necesitan de los valores de tres parámetros, C y m de todos los elementos de los siete primeros periodos detallados en la Tabla N°121, además del Grupo G<sub>B</sub> (Tabla N°122).

Tabla N° 121. Valores de C y m para los elementos  
Desde el numero atómico 1 hasta el 118.

C <sub>PK</sub>	m	Z
0.111	0.201	1-2
1.111	0.164	3
1.111	0.216	4-10
1.444	0.216	11-18
1.611	0.216	19
1.611	0.133	20-31
1.611	0.174	32-36
1.711	0.216	37
1.711	0.133	38-49
1.711	0.174	50-54
1.778	0.216	55
1.778	0.221	56-57
1.761	0.221	58-71
1.761	0.133	72-81
1.761	0.190	82-86
1.825	0.216	87
1.825	0.221	88-89
1.638	0.221	90-103
1.638	0.133	104-113
1.638	0.190	114-118

Tabla N°122 Grupos de los Blocks propuestos,  $G_B$  en la Tabla Periódica.

1	2																																	
H	He																																	
1	2	3																																
Li	Be	B																																
1	2	3																																
Na	Mg	Al																																
1	2	3																																
K	Ca	Sc																																
1	2	3																																
Rb	Sr	Y																																
1	2	3	3	3	3	3	4	7	4	4	4	4	4	4	7	4																		
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																		
1	2	3	2	3	4	5	6	7	3	3	3	3	3	3	7	3																		
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																		
																		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8		
																		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
																		4	5	6	7	8	8	10	11	12	13	4	5	6	7	8		
																		Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	In	Xe		
																		4	5	6	7	8	8	8	9	12	13	4	5	6	7	8		
																		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
																		4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5		
																		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuc		

1	Grupo
Ga	Átomo

## VI. RESULTADOS

Los valores obtenidos por la formula propuesta arroja los siguientes resultados para los elementos de los siete periodos, desde Z=1 hasta Z=118, que se detallan en la Tabla N°123.

**Tabla N°123. Radios Atómicos Propuestos en la Tabla Periódica**

1	2																	4	5	6	7	8									
H	He																	C	N	O	F	Ne									
0.53	0.41																	0.91	0.92	0.95	1.02	1.11									
1	2	3											4	5	6	7	8														
Li	Be	B											Si	P	S	Cl	Ar														
1.55	1.09	0.96											1.28	1.28	1.33	1.42	1.55														
1	2	3											4	5	6	7	8														
Na	Mg	Al											4	5	6	7	8														
1.95	1.53	1.34											4	5	6	7	8														
1	2	3											4	5	6	7	8														
K	Ca	Sc											4	5	6	7	8														
2.30	1.96	1.58											4	5	6	7	8														
1	2	3											4	5	6	7	8														
Rb	Sr	Y											4	5	6	7	8														
2.54	2.17	1.75											4	5	6	7	8														
1	2	3	3	3	3	3	4	7	4	4	4	4	4	7	4	4	5	6	7	8											
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
2.72	2.12	1.87	1.84	1.84	1.84	1.84	1.76	1.99	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.99	1.76	1.61	1.49	1.42	1.40	1.40	1.40	1.40	1.42	1.60	1.68	1.71	1.67	1.69	1.76	1.87
1	2	3	2	3	4	5	6	7	3	3	3	3	3	3	7	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
2.85	2.22	1.96	1.84	1.63	1.56	1.57	1.64	1.76	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.76	1.63	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48

1	Grupo
Ga	Átomo
1.58	Radio A
	Propuesto



Estos valores de Radio Atómico obtenidos por la Fórmula (R.A.F.) presentan una correlación con los valores de los Radios Atómicos Oficiales (R.A.O.)

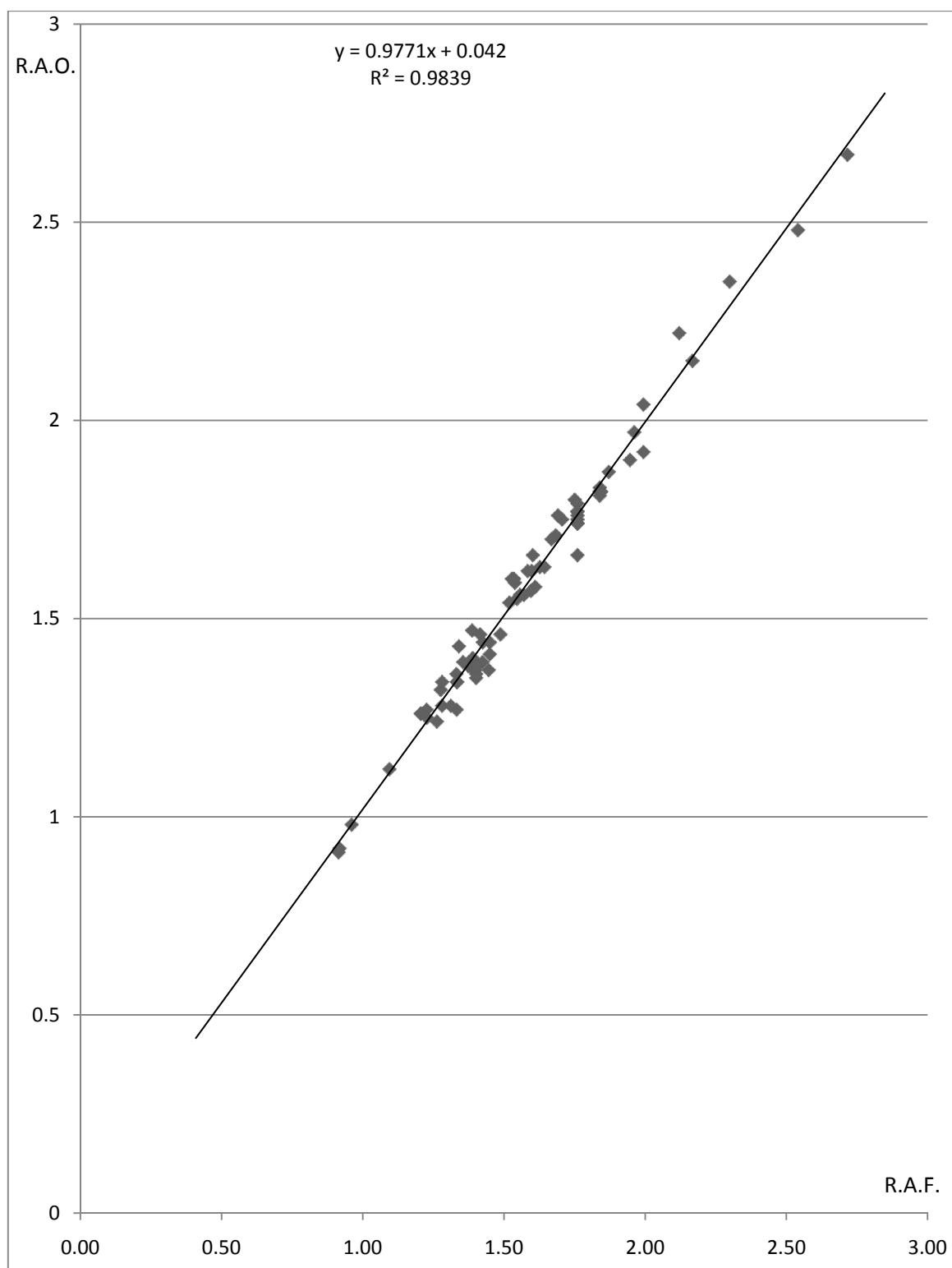


Fig. N°55. Correlación entre los Radios atómicos R.A.O. y R.A.F.

Así mismo, la Gráfica de los valores de R.A.O se superpone con la grafica de los valores de R.A.F., mostrando una correspondencia con la periodicidad encontrada para el Radio Atómico. Además, se observa una evidente similitud en los tamaños de los radios entre R.A.O. Y R.A.F.

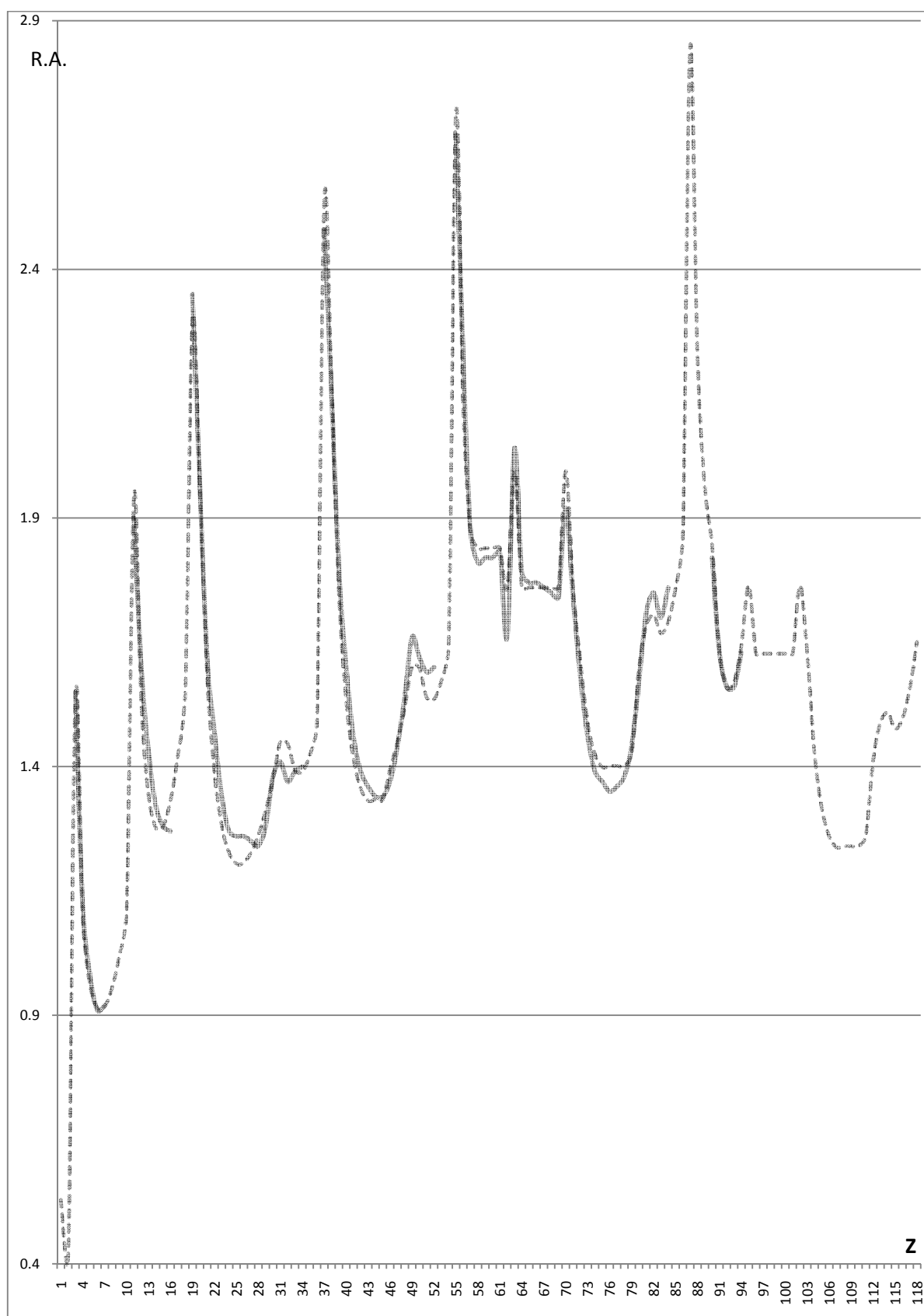


Fig. N° 56. Gráfica comparada entre la periodicidad del R.A.O. (línea no punteada) y del R.A.F. (línea punteada)

## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

El esbozo de cuatro hipótesis, sus aproximaciones y otros tantos enunciados; permitieron deducir una Fórmula que incluye constantes; además de parámetros como el número de orientaciones del electrón, el periodo y grupo de la T.P. A partir de ella se espera encontrar valores de radios atómicos de los elementos, tal que al compararlos con aquéllos calculados por otros autores, correspondan a valores similares a los obtenidos al aplicar la fórmula.

Por otro lado, elementos como el Hidrógeno, Oxígeno, Halógenos y Gases Nobles; además de los pertenecientes al séptimo periodo, carecen de los respectivos valores oficiales. Así mismo, diferentes personalidades e instituciones han reportado distintos valores para el Hidrógeno, sin lograr reportar un valor Oficial.

Tabla N°124. Valores de R.A. para el H

R.A. (A°)	Institución
0.25	Slater
0.38	Merck
0.53	Bohr
0.78	ACS
0.79	Nottingham
0.80	Eyring

Al calcular el radio del Hidrógeno, aplicando los diferentes valores del número de orientaciones a la fórmula deducida; se obtienen varios posibles valores para el radio del hidrógeno y donde al unir por pares los puntos graficados, se arriba a un quinto punto en el que se obtiene una línea tangente; iniciándose en ella un incremento radial,  $\delta r$ , que es mínimo y constante. Esto permite encontrar el valor de  $M_L = 9$  y el valor de R.A.=0.53 para el Hidrógeno.

Tabla N° 125. Valores de  $M_L$  y R.A. para el H

$M_L$	R.A.	$\delta r$
1	0.11	
3	0.38	0.27
5	0.47	0.09
7	0.51	0.04
<b>9</b>	<b>0.53</b>	<b>0.02</b>
11	0.54	<b>0.01</b>
13	0.55	<b>0.01</b>
15	0.56	<b>0.01</b>

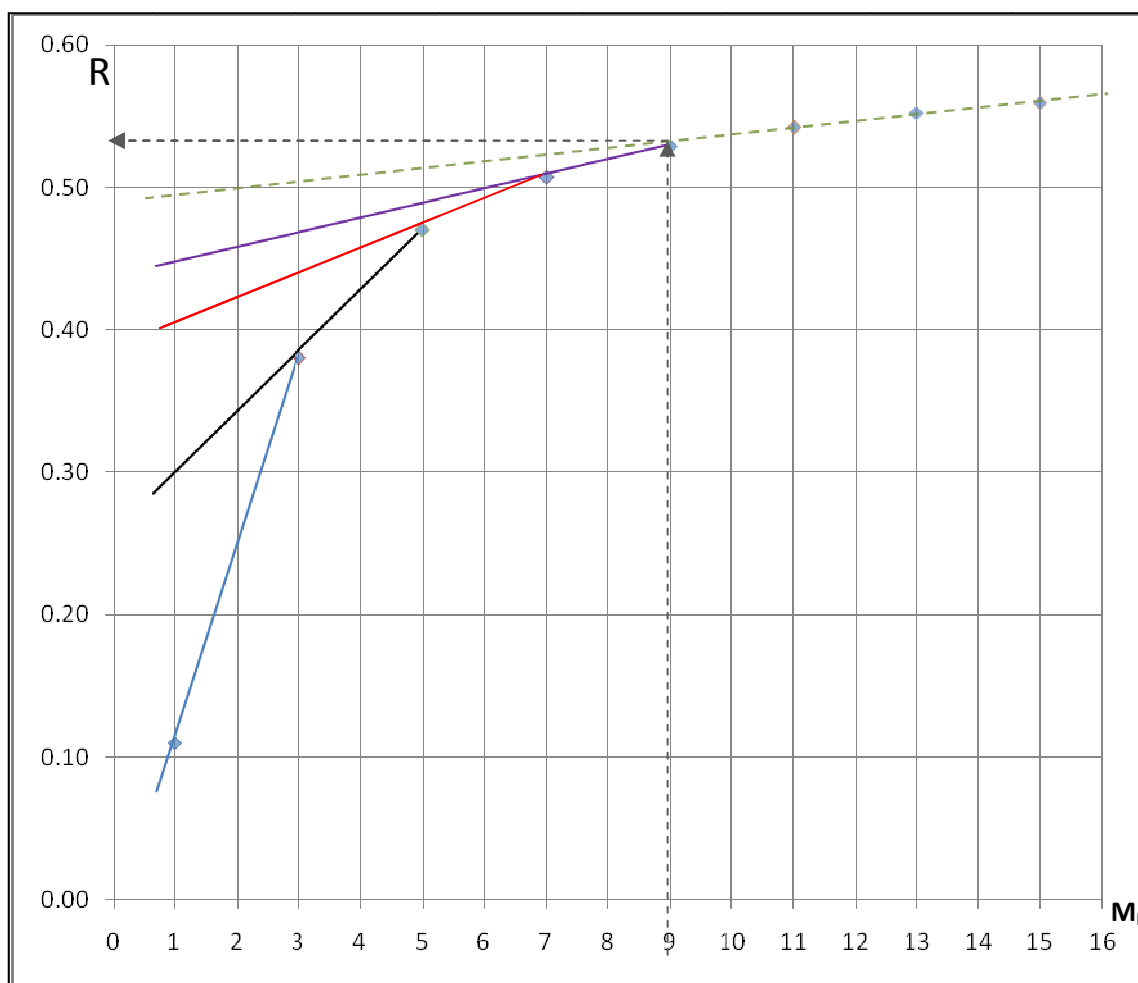


Fig. N° 57. Distancias al Núcleo, según el Número de Orientaciones.

El valor encontrado de  $0.53 \text{ \AA}$ , corresponde al Radio de Bohr. Sin embargo, comúnmente, se sabe que el valor del radio atómico del Hidrógeno oscila desde  $0.78 \text{ \AA}$  a  $0.80 \text{ \AA}$ , siendo el más usado el valor de  $0.79 \text{ \AA}$ .

Al asumir que el electrón carece del número de orientaciones,  $M_L = 0$ , el valor de su radio sería  $0.79 \text{ \AA}$ ; es decir que el electrón no pertenecería a nivel energético alguno, en consecuencia dicho radio correspondería una región prohibida entre niveles.

Tabla N° 126. Valor del R.A. obtenido al aplicar  $M_L = 0$

Elemento	$M_L$	RA
H	0	0.79

Si al igual que para el átomo de H, la fórmula deducida se aplica para el cálculo del radio para el resto de elementos de la T.P., se tiene que es posible tener dicha información para todos ellos. Sin embargo, al tratar de verificar la validez de los valores obtenidos se encuentra que tanto el valor Oficial de los radios; así como los valores de los radios de Slater y los obtenidos por Weber y Cramer, no se completan para todos los elementos e impiden realizar las comparaciones y el cálculo del error porcentual.

**Tabla N ° 127. Radios Atómicos Oficiales R.A.O. de Periodos 1, 2, y 3, comparados con los Propuestos en la Tesis R.A.F. y con los de Slater R.A.S. y Weber y Cromer R.A.W.**

	Oficial	R.A.F.	%Error	R.A.S	%Error	R.A.W.	%Error
H		0.53		0.25		0.53	
He		0.41				0.31	
Li	1.55	1.55	0	1.45	-6	1.67	8
Be	1.12	1.09	-2	1.05	-6	1.12	0
B	0.98	0.96	-2	0.85	-13	0.87	-11
C	0.91	0.91	0	0.70	-23	0.67	-26
N	0.92	0.92	0	0.65	-29	0.56	-39
O		0.95		0.60		0.48	
F		1.02		0.50		0.42	
Ne		1.11				0.38	
Na	1.90	1.95	2	1.80	-5	1.90	0
Mg	1.60	1.53	-5	1.50	-6	1.45	-9
Al	1.43	1.34	-6	1.25	-13	1.18	-17
Si	1.32	1.28	-3	1.10	-17	1.11	-16
P	1.28	1.28	0	1.00	-22	0.98	-23
S	1.27	1.33	5	1.00	-21	0.88	-31
Cl		1.42		1.00		0.79	
Ar		1.55		0.71		0.71	

**Tabla N °128 Radios Atómicos Oficiales R.A.O. de Periodos 4 y 5, comparados con los Propuestos en la Tesis R.A.F. y con los de Slater R.A.S. y Weber y Cromer R.A.W.**

	Oficial	R.A.F.	%Error	R.A.S	%Error	R.A.W.	%Error		Oficial	R.A.F.	%Error	R.A.S	%Error	R.A.W.	%Error
K	2.35	2.30	-2	2.20	-6	2.43	3	Rb	2.48	2.54	2	2.35	-5	2.65	7
Ca	1.97	1.96	0	1.80	-9	1.94	-2	Sr	2.15	2.17	1	2.00	-7	2.19	2
Sc	1.62	1.58	-2	1.60	-1	1.84	14	Y	1.80	1.75	-3	1.80	0	2.12	18
Ti	1.47	1.39	-6	1.40	-5	1.76	20	Zr	1.60	1.53	-4	1.55	-3	2.06	29
V	1.34	1.28	-4	1.35	1	1.71	28	Nb	1.46	1.42	-3	1.45	-1	1.98	36
Cr	1.27	1.23	-3	1.40	10	1.66	31	Mo	1.39	1.36	-2	1.45	4	1.90	37
Mn	1.26	1.20	-4	1.40	11	1.61	28	Tc	1.36	1.33	-2	1.35	-1	1.83	35
Fe	1.26	1.21	-4	1.40	11	1.56	24	Ru	1.34	1.33	0	1.30	-3	1.78	33
Co	1.25	1.23	-2	1.35	8	1.52	22	Rh	1.34	1.34	0	1.35	1	1.73	29
Ni	1.24	1.26	2	1.35	9	1.49	20	Pd	1.37	1.40	2	1.40	2	1.69	23
Cu	1.28	1.31	3	1.35	5	1.45	13	Ag	1.44	1.45	1	1.60	11	1.65	15
Zn	1.38	1.37	0	1.35	-2	1.42	3	Cd	1.54	1.52	-1	1.55	1	1.61	5
Ga	1.41	1.45	3	1.30	-8	1.36	-4	In	1.66	1.60	-3	1.55	-7	1.56	-6
Ge	1.37	1.45	6	1.25	-9	1.25	-9	Sn	1.62	1.60	-1	1.45	-10	1.45	-10
As	1.39	1.39	0	1.15	-17	1.14	-18	Sb	1.59	1.54	-3	1.45	-9	1.33	-16
Se	1.40	1.39	-1	1.15	-18	1.03	-26	Te	1.60	1.54	-4	1.40	-13	1.23	-23
Br		1.42		1.15		0.94		In		1.57		1.40		1.15	
Kr		1.49				0.88		Xe		1.64				1.08	

**Tabla N °129 Radios Atómicos Oficiales R.A.O. de Periodos 6 y7 comparados con los Propuestos en la Tesis R.A.F. y con los de Slater R.A.S. y Weber y Cromer R.A.W.**

	Oficial	R.A.F.	%Error	R.A.S	%Error	R.A.W.	%Error		Oficial	R.A.F.	%Error	R.A.S	%Error	R.A.W.	%Error
Cs	2.67	2.72	2	2.60	-3	2.98	12	Fr		2.85				2.70	
Ba	2.22	2.12	-4	2.15	-3	2.53	14	Ra		2.22				2.15	
La	1.87	1.87	0	1.95	4			Ac		1.96		1.95			
Ce	1.81	1.84	2	1.85	2			Th	1.82	1.84	1	1.80	-1		
Pr	1.82	1.84	1	1.85	2	2.47	36	Pa	1.63	1.63	0	1.80	10		
Nd	1.82	1.84	1	1.85	2	2.06	13	U	1.56	1.56	0	1.75	12		
Pm	1.83	1.84	1	1.85	1	2.05	12	Np	1.56	1.57	1	1.75	12		
Sm	1.66	1.76	6	1.85	11	2.38	43	Pu	1.63	1.64	1	1.75	7		
Eu	2.04	1.99	-2	1.85	-9	2.31	13	Am		1.76		1.75			
Gd	1.79	1.76	-2	1.80	1	2.33	30	Cm		1.63					
Tb	1.77	1.76	-1	1.75	-1	2.25	27	Bk		1.63					
Dy	1.77	1.76	-1	1.75	-1	2.28	29	Cf		1.63					
Ho	1.76	1.76	0	1.75	-1	2.26	28	Es		1.63					
Er	1.75	1.76	1	1.75	0	2.26	29	Fm		1.63					
Tm	1.74	1.76	1	1.75	1	2.22	28	Md		1.63					
Yb	1.92	1.99	4	1.75	-9	2.22	16	No		1.76					
Lu	1.74	1.76	1	1.75	1	2.17	25	Lr		1.63					
Hf	1.58	1.61	2	1.55	-2	2.08	32	Rf		1.56					
Ta	1.46	1.49	2	1.45	-1	2.00	37	Db		1.56					
W	1.39	1.42	2	1.35	-3	1.93	39	Sg		1.56					
Re	1.37	1.40	2	1.35	-1	1.88	37	Bh		1.56					
Os	1.35	1.40	4	1.30	-4	1.85	37	Hs		1.56					
Ir	1.36	1.40	3	1.35	-1	1.80	32	Mt		1.56					
Pt	1.38	1.40	2	1.35	-2	1.77	28	Ds		1.56					
Au	1.44	1.42	-1	1.35	-6	1.74	21	Rg		1.56					
Hg	1.57	1.60	2	1.50	-4	1.71	9	Uub		1.56					
Tl	1.71	1.68	-2	1.90	11	1.56	-9	Uut		1.57					
Pb	1.75	1.71	-3	1.80	3	1.54	-12	Uuq		1.57					
Bi	1.70	1.67	-2	1.60	-6	1.43	-16	Uup		1.57					
Po	1.76	1.69	-4	1.90	8	1.35	-23	Uuh		1.57					
At		1.76				1.27		Uus		1.57					
Rn		1.87				1.20		Uuo		1.57					

En las figuras 58, 59 y 60 se representan el valor de los radios de Weber y Cramer, de Slater y los deducidos mediante la fórmula propuesta, en función de Z, respecto del valor Oficial de los radios atómicos. En ellas se observa que la trayectoria seguida por la variación de los valores de los radios tiene forma cóncava; mientras que las de Weber y Cramer son de tendencia lineal y las de Slater se asemejan mucho, a la de referencia, cuando aumenta el número de niveles.

En relación al trazo que se obtiene con los valores deducidos a partir de la fórmula propuesta para todos los periodos; se tiene que la mayoría de ellos muestran pendientes agudas cuando los valores de los radios son altos (metales alcalinos) y cóncavas al graficar los valores de los elementos de los blocks p y d, que son menos y más pronunciadas; a diferencia de lo que ocurre con los elementos del block f, cuyo trazo es prácticamente una línea recta, con excepción de tres elementos (Sm, Eu e Yb). Otro aspecto a ser considerado, está referido al trazo de los valores deducidos a partir de la fórmula propuesta, motivo de discusión, donde prácticamente su representación se superpone con aquella tomada como referencia y la que es obtenida en base al valor Oficial de los R.A.

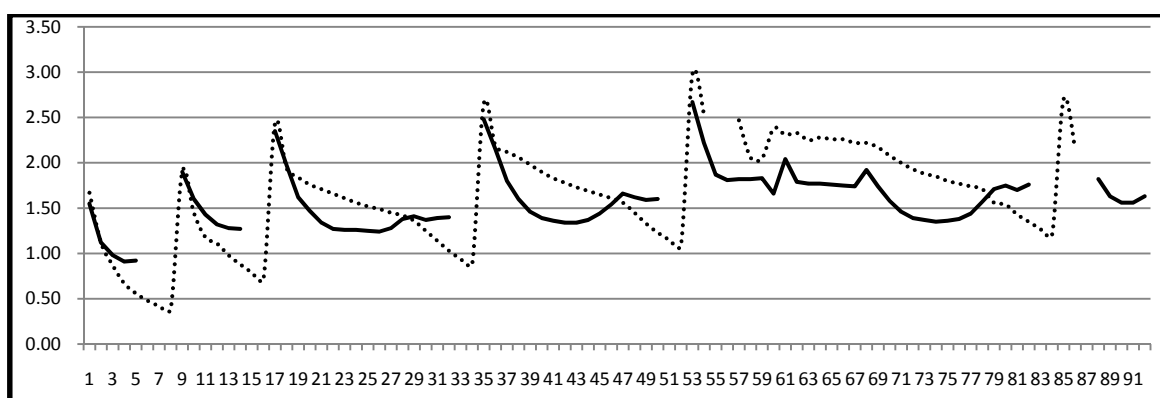


Fig. N°58. Representación Gráfica de los Valores del Radio Atómico Oficiales (—) y los de Weber y Cramer (...).

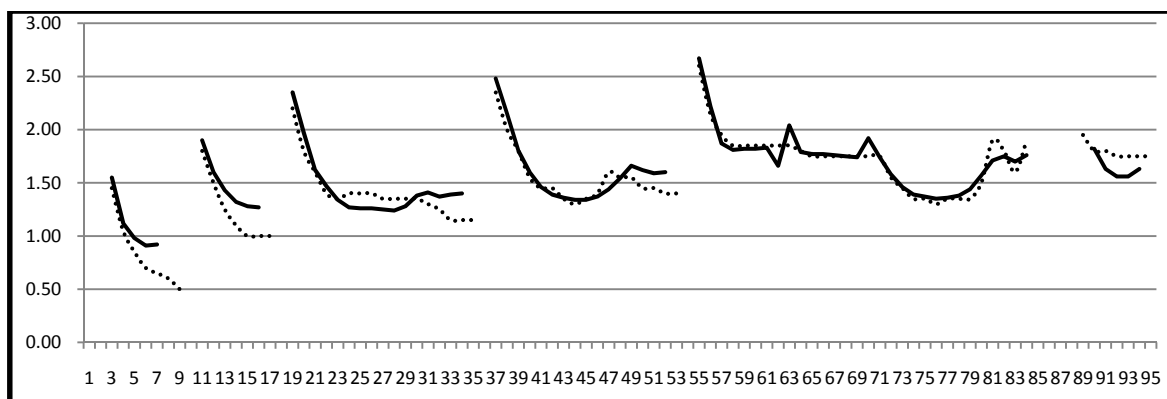


Fig. N°59. Representación Gráfica de los Valores del Radio Atómico Oficiales (—) y los de Slater (...).

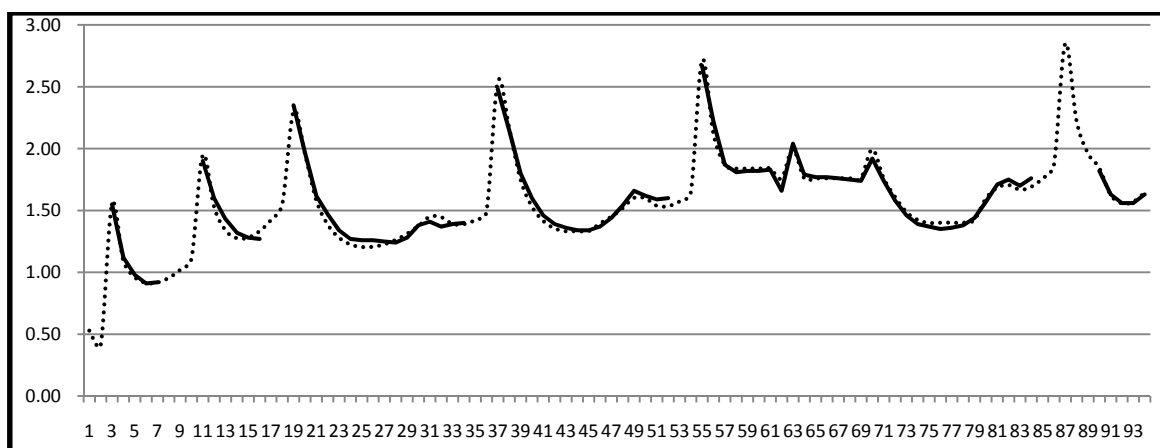


Fig. N°60. Representación Gráfica de los Valores del Radio Atómico Oficiales (—) y los Propuestos por la Formula (...).



## VII.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL VALOR DE LOS RADIOS ATÓMICOS DE LOS ELEMENTOS DEL BLOCK p, PARA CADA UNO DE LOS PERIODOS

Un aspecto a ser tomado en cuenta, son las desviaciones que se observan al comparar los valores de los R.A. obtenidos por Weber y Cramer y por Slater; sobre todo en los primeros periodos. Al observar los valores de los R.A. propuestos, los obtenidos por Weber y Cramer, y por Slater, respecto de aquellos que corresponden al valor Oficial para los elementos del block p; se puede afirmar que los valores obtenidos en base a la fórmula deducida tienen una mayor aproximación. A partir de esto, es posible modificar los valores de C y m en la Fórmula del R.A. propuesta, y obtener valores próximos a los reportados por los otros dos autores. Sabiendo, que C y m dependen de parámetros físicos, entonces su mayor variación permitirá establecer el grado de influencia de éstos en la metodología aplicada en cada uno de los modelos, durante los respectivos cálculos.

Por otro lado, cuando el valor del Grupo es igual a 3, el valor del R.A. es independiente del valor de m; razón por la cual los cálculos se realizan a partir del Grupo 4 del block p; en los cuales se observa que al variar los valores de C y m, en la fórmula Propuesta, se obtienen valores de R.A. cercanos a los reportados por Weber y Cramer. (Tabla N°130 y Fig. N°61.)

Tabla N°130. Aproximación de los R.A., Calculados a partir de la Fórmula Propuesta, respecto de los Radios de Weber y Cramer

P	C	m	G	RAM	Cuántica	
2	1.111	0	4	0.74	0.67	C
2	1.111	0	5	0.6	0.56	N
2	1.111	0	6	0.5	0.48	O
2	1.111	0	7	0.43	0.42	F
2	1.111	0	8	0.38	0.38	Ne
3	1.444	0.067	4	1.1	1.11	Si
3	1.444	0.067	5	0.95	0.98	P
3	1.444	0.067	6	0.85	0.88	S
3	1.444	0.067	7	0.78	0.79	Cl
3	1.444	0.067	8	0.74	0.71	Ar
4	1.611	0.067	4	1.3	1.25	Ge
4	1.611	0.067	5	1.12	1.14	As
4	1.611	0.067	6	1.01	1.03	Se
4	1.611	0.067	7	0.93	0.94	Br
4	1.611	0.067	8	0.87	0.88	Kr
5	1.711	0.101	4	1.49	1.45	Sn
5	1.711	0.101	5	1.33	1.33	Sb
5	1.711	0.101	6	1.23	1.23	Te
5	1.711	0.101	7	1.17	1.15	In
5	1.711	0.101	8	1.14	1.08	Xe
6	1.778	0.101	4	1.59	1.54	Pb
6	1.778	0.101	5	1.42	1.43	Bi
6	1.778	0.101	6	1.32	1.35	Po
6	1.778	0.101	7	1.25	1.27	At
6	1.778	0.101	8	1.22	1.2	Rn

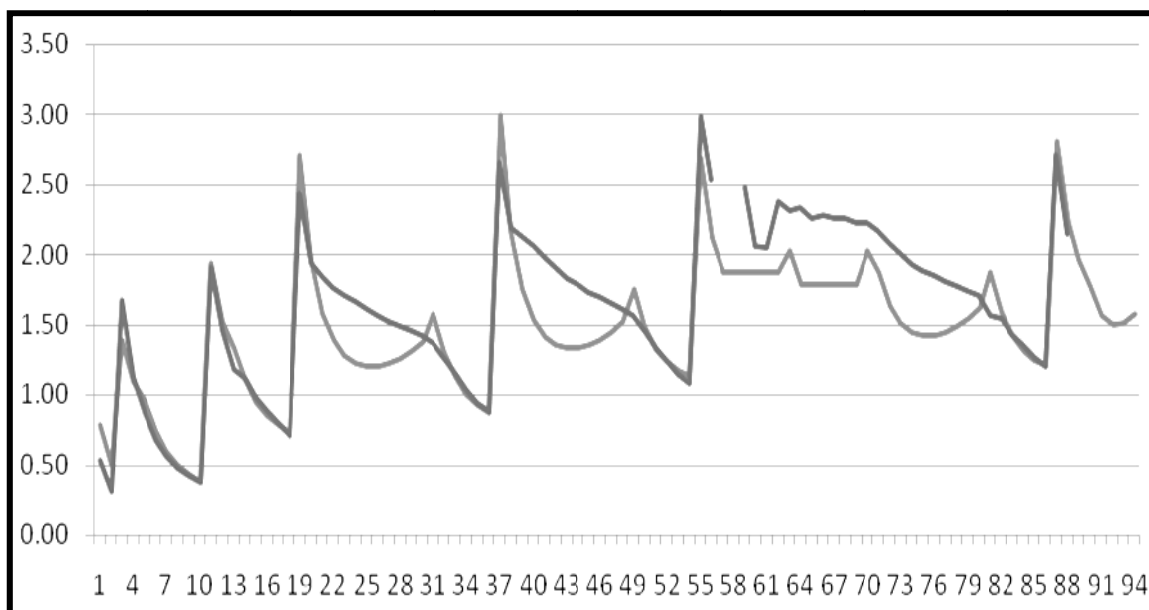


Fig. N°61 .Trayectoria de los R.A.F. (de picos mas altos) comparados con los Radios atómicos reportados por Weber y Cramer.

Dicha semejanza se debe al cambio de los valores “no aleatorios” de  $m$ , los cuales surgen de considerar la mitad de cada uno de los valores específicos de las pendientes, correspondientes a los subniveles  $d$  y  $g$ . El valor de  $m=0$ , surge de un  $M_L = 0$ , la que indica que la distancia radial de dicha pendiente correspondería a una región prohibida entre niveles. Esto permite inferir que al variar la pendiente  $m$ , que es función del número de orientaciones  $M_L$  e incluida en el modelo de Weber y Cramer; no muestra toda su influencia en los valores de R.A. reportados.

Tabla N° 131. Modificación del Valor de  $m$  para los Subniveles  $d$  y  $g$

	$m_o$	$m_o/2$
S	0.000	<b>0.000</b>
d	0.133	<b>0.067</b>
g	0.201	<b>0.101</b>

Aunado a todo lo anterior, se evidencia que en el modelo de Weber y Cramer no ha sido considerado, de manera efectiva, el E.R., debido a que solo se aplicó el valor de  $C$  no relativista para todos los periodos incluido el sexto, que es aquél donde el efecto relativista se evidencia con mayor efectividad.

Del mismo modo, si se modifican los valores de  $C$  y  $m$ , y son aplicados en la fórmula propuesta, es posible que estos se aproximen a los valores de los R.A. de Slater, para los cinco últimos elementos del block p. (Tabla N° 133y Fig. N°62.)

A diferencia de lo que ocurre con el modelo de Weber y Cramer; para aproximar los valores de R.A., calculados mediante la aplicación de la fórmula propuesta, a los radios de Slater, se considera la mitad y la sexta parte del valor de  $m$ , correspondiente al subnivel  $g$ ; pero se mantiene el valor correspondiente al subnivel  $d$ .

Tabla N° 132Modificación, en un medio y un sexto, del Valor de  $m$  para el Subnivel  $g$

	$m$	$m/2$	$m/6$
d	0.133		
g	0.201	0.101	0.0335

Tabla N°133. Aproximación de los R.A., Calculados a partir de la Fórmula Propuesta, respecto de los Radios de Slater

P	C	m	G	RAM	Slater	
2	1.111	0.0335	4	0.76	0.70	C
2	1.111	0.0335	5	0.64	0.65	N
2	1.111	0.0335	6	0.55	0.60	O
2	1.111	0.0335	7	0.49	0.50	F
2	1.111	0.0335	8	0.45		Ne
3	1.444	0.101	4	1.14	1.10	Si
3	1.444	0.101	5	1.02	1.00	P
3	1.444	0.101	6	0.94	1.00	S
3	1.444	0.101	7	0.90	1.00	Cl
3	1.444	0.101	8	0.87	0.71	Ar
4	1.611	0.101	4	1.34	1.25	Ge
4	1.611	0.101	5	1.20	1.15	As
4	1.611	0.101	6	1.11	1.15	Se
4	1.611	0.101	7	1.06	1.15	Br
4	1.611	0.101	8	1.03		Kr
5	1.711	0.133	4	1.53	1.45	Sn
5	1.711	0.133	5	1.42	1.45	Sb
5	1.711	0.133	6	1.36	1.40	Te
5	1.711	0.133	7	1.33	1.40	I
5	1.711	0.133	8	1.33		Xe
6	1.761	0.190	4	1.71	1.80	Pb
6	1.761	0.190	5	1.67	1.60	Bi
6	1.761	0.190	6	1.69	1.90	Po
6	1.761	0.190	7	1.76		At
6	1.761	0.190	8	1.87		Rn

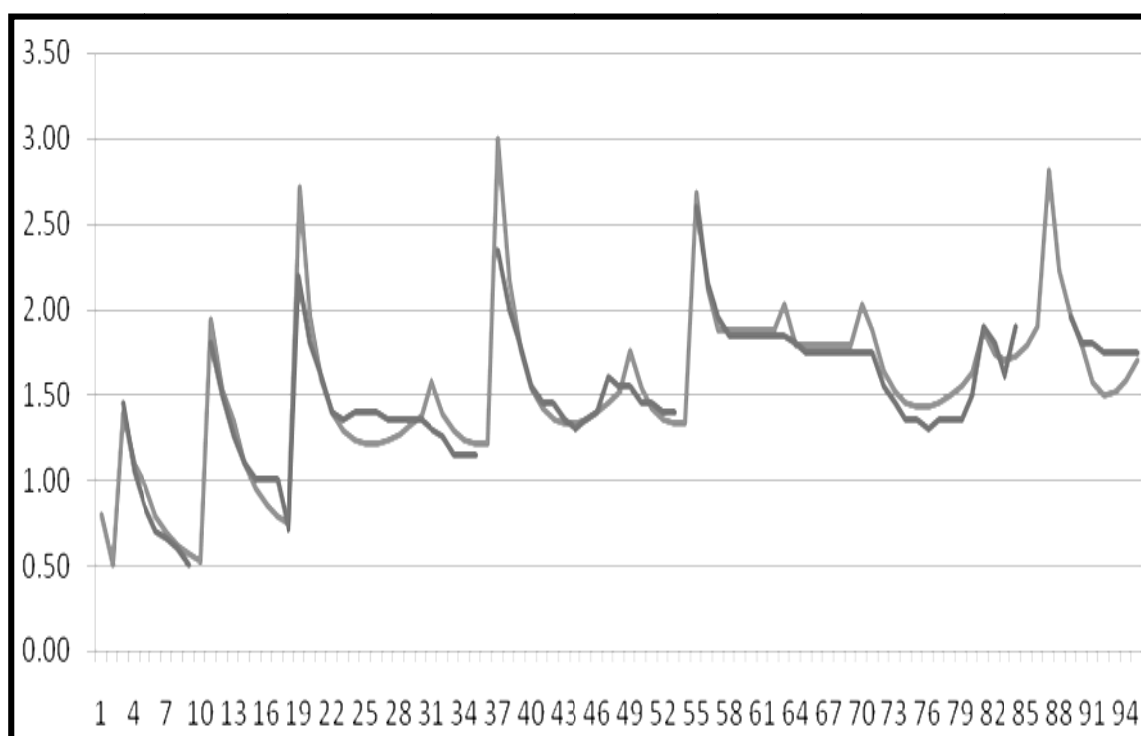


Fig. N° 62. Trayectoria de los R.A.F. (de picos mas altos) comparados con los Radios atómicos reportados por Slater.

La semejanza observada, entre los radios atómicos obtenidos por Slater y los Radios calculados al modificar los valores de  $C$  y  $m$  en la Fórmula motivo de discusión, se debe a que el número de orientaciones totales de los orbitales influyen de manera incipiente, en la aplicación de los cálculos de los radios de Slater; sobre todo en los periodos iniciales. Sin embargo, en los periodos de mayor número de niveles, donde se incluyen a los block d y f, existe una buena correspondencia de los R.A., calculados por la Fórmula Propuesta, respecto de los valores de los Radios Oficiales.

En el Periodo 6, se observa que no es necesario modificar los valores de  $m$ , cuyo valor promedio corresponde al valor ponderado de las pendientes específicas de los subniveles que intervienen. En relación al valor de  $C$ , se observa que en los valores de los radios de Slater existe una fuerte influencia del E.R. para los elementos de este periodo. Luego, es posible asumir que Slater considera el E.R. y el efecto pantalla para la aplicación de su modelo; mientras que en la metodología de Weber y Cramer no tiene efecto significativo.

Así mismo, es posible que los mejores resultados de los valores obtenidos, al aplicar la Fórmula Propuesta, se deriven del efecto del número de orientaciones totales de cada subnivel; de la competitividad de los orbitales f respecto de los d, por los electrones y de manifestarse en el valor de los grupos, la homologación y el efecto relativista.

## VIII. CONCLUSIONES

- 1.- El  $ns^2$  periférico, es afín al máximo número de orientaciones permitido, para todos los elementos que tienen su misma cantidad de niveles.
- 2.- En la fórmula del R.A., el tercer grupo de cada periodo es un discriminante entre los primeros elementos y los posteriores a este.
- 3.- El block 5f y el periodo al cual pertenece, se constituyen en los parámetros que evidencian el cambio hacia la homologación de los grupos no homólogos, para todos los blocks y periodos
- 4.- El Efecto Relativista es inversamente proporcional al Radio Atómico y a la capacidad de los orbitales f para admitir electrones.
- 5.- Es posible establecer que la periodicidad del R.A. tiene relación directa con la función coseno, que es dependiente del valor del grupo que reinicia un nuevo block.
- 6.-Al comparar los valores de los R.A, calculados aplicando la Fórmula Propuesta y los reportados por Slater y por Weber y Cramer, es posible concluir que los R.A. obtenidos en el presente trabajo son los que tienen valores más próximos a los R.A. Oficiales.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer la deducción de una fórmula que considere la influencia del espín en la determinación del R.A.
2. Para determinar los R.A se deben establecer Metodologías que consideren a parámetros físicos medibles.
3. Establecer argumentos de tipo físico que permitan identificar aquellos componentes que en la Fórmula deducida carecen de sustento físico.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Esmarch S. Gilreath, fundamental Concepts of Inorganic Chemistry. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York, p. 121. 1958.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Johann\\_Wolfgang\\_D%C3%B6bereiner](http://es.wikipedia.org/wiki/Johann_Wolfgang_D%C3%B6bereiner)
- (2) Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza., p. 99. 1961.
- (3) Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, p. 101. 1961.  
Esmarch S. Gilreath, fundamental Concepts of Inorganic Chemistry. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York, p. 123. 1958.
- (4) Esmarch S. Gilreath, fundamental Concepts of Inorganic Chemistry. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York, p. 124. 1958.  
Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, pp. 101-102. 1961.
- (5) Esmarch S. Gilreath, fundamental Concepts of Inorganic Chemistry. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York, pp. 124-128. 1958.  
Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, pp. 101-103. 1961.
- (6) P. Juan Galmés, Química Inorgánica. Salvat Editores S.A, Barcelona, p. 70. 1946.
- (7) Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, p. 117. 1961.
- (8) Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, pp. 106, 107. 1961.  
Raymond Chang. Química. Mc Graw Hill. Delegación Álvaro Obregón, p. 317. 2007.
- (9) Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, pp. 210, 215-216. 1991.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Gilbert\\_N.\\_Lewis](http://es.wikipedia.org/wiki/Gilbert_N._Lewis)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Regla\\_del\\_octeto](http://es.wikipedia.org/wiki/Regla_del_octeto)
- (10) Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, p. 223. 1991.
- (11) Darken y Gurry. Physical Chemistry of Metals. Mc Graw Hill Company, INC. New York, p.61. 1953.
- (12) W. Jolly. Synthetic Inorganic Chemistry. Prentice Hall, INC. New Jersey. Reverso de la Portada. 1961
- (13) <http://jeries.rihani.com/index3.html>  
William H. Nebergall, Frederic C. Schmidt, Henry F. Holtzclaw, Jr; GENERAL CHEMISTRY, D.C. Heath and Company, Massachusetts, pp. 668-670, 1972.
- (14) <http://jeries.rihani.com/index5.html>  
The Modern Atomic Theory and The Periodic Table: Origin and Development (Two studies in Arabic by Jeries A. Rihani published by The Royal Scientific Society in Amman, Jordan, 1984)
- (15) <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2011/CP/c0cp01575j>  
Phys. Chem. Chem. Phys., 2011, 13, 161-168

- (16)Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, pp. 101-115. 1991.
- (17)Raymond Chang. Química. Mc Graw Hill. Delegación Álvaro Obregón, pp. 274-276. 2007.
- (18)Raymond Chang. Química. Mc Graw Hill. Delegación Álvaro Obregón, pp. 286-287. 2007.  
Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware,, pp. 175-185, 309-324. 1991.
- (19) Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. Zaragoza, p. 95,96. 1961.
- (20)Raymond Chang. Química. Mc Graw Hill. Delegación Álvaro Obregón, p. 286-287. 2007.  
Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana, p. 288. 1991.
- (21)<http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>
- (22)<http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>
- (23)<http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>
- (24)Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, p. 729. 1991.
- (25)Jaume Casabó i Gispert. Estructura Atómica y enlace químico. Editorial Reverte Zaragoza, pp. 91, 281.  
Darken y Gurry. Physical Chemistry of Metals. Mc Graw Hill Company, INC. New York. pp. 59-61. 1953.  
Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, p. 715. 1991.
- (26)Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, p. , pp. 716-717. 1991.
- (27)J. Huheey y Heiter. Química Inorgánica, Principios estructura y reactividad. Alfaomega Grupo editor y la Universidad de Oxford. San Rafael Cuauhtémoc, pp. 37-40. 2005.
- (28)<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/486323/quark>  
<http://www.aip.org/mgr/png/2003/207.htm>).
- (29)[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1969/gell-mann-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1969/gell-mann-bio.html)
- (30)<http://wwwold.jlab.org/news/articles/2003/nucleon.html>  
<http://www.aip.org/png/2003/197.htm>
- (31)Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana , pp. 771-774. 1991.
- R. Becker y Wentworth. Química General. Editorial Reverte, S.A. Barcelona, pp.142-143. 1977.  
Gary Wulfsberg. Principles of Descriptive Inorganic Chemistry. University Science Books, California, pp. 393-395. 1991  
P. Pyykkö, "Relativistic Quantum Chemistry," Adv. Quantum Chem., pp. 11, 353. 1978  
<http://physics.aps.org/story/v27/st2>



- (32) <http://www.iupac.org/publications/pac/1988/pdf/6003x0431.pdf>
- (33) Agafoshin. Ley periódica y sistema periódico de los elementos de D. I. Mendeleiev. Editorial Reverte. Barcelona, pp.10, 11. 1977
- (34) Agafoshin. Ley periódica y sistema periódico de los elementos de D. I. Mendeleiev. Editorial Reverte. Barcelona, pp. 9, 10. 1977
- (35) Jaume Casabó i Gispert. Estructura Atómica y enlace químico. Editorial Reverte. Zaragoza, pp. 100.
- (36) Esmarch S. Gilreath, fundamental Concepts of Inorganic Chemistry. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York, pp. 136,137. 1958.
- (37) J. Huheey y Heiter. Química Inorgánica, Principios estructura y reactividad. Alfaomega Grupo editor y la Universidad de Oxford. San Rafael Cuauhtémoc, pp. 120-123. 2005.
- (38) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, p. 482. 1989.  
Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, p. 780. 1991.
- (39) Gary Wulfsberg. Principles of Descriptive Inorganic Chemistry. University Science Books. California, pp. 393-395. 1991
- (40) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa, Colonia Anáhuac pp. 226-228. 1989.
- (41) J. Huheey y Heiter. Química Inorgánica, Principios estructura y reactividad. Alfaomega Grupo editor y la Universidad de Oxford. San Rafael Cuauhtémoc, pp. 120-123. 2005.  
Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Avanzada. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, p. 1066. 1989.
- (42) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, pp. 516-517. 1989.
- (43) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, pp. 523-527. 1989.
- (44) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, pp. 231-233. 1989.  
Garritz Chamizo. Estructura Atómica Un Enfoque Químico. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, pp. 232,242, 515, 781. 1991.  
N. P. Agafoshin. Ley Periódica y Sistema Periódico de los Elementos de Mendeleiev. Editorial Reverte S.A. Barcelona, p. 106. 1977.
- (45) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Col. Anáhuac, p. 515. 1989.
- (46) Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Col. Anáhuac, p. 524. 1989.
- (47) <http://www.youtube.com/watch?v=3FnI7xIAP-w>

- (48)[http://www.youtube.com/watch?v=E\\_797h1cYrQ](http://www.youtube.com/watch?v=E_797h1cYrQ)
- (49)<http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/profesores/prof1.html>
- (50)<http://jeries.rihani.com/index3.html>  
William H. Nebergall, Frederic C. Schmidt, Henry F. Holtzclaw, Jr. GENERAL CHEMISTRY, D.C. Heath and Company, Massachusetts, pp. 668-670, 1972.
- (51)Darken y Gurry. Physical Chemistry of Metals. Mc Graw Hill Company, INC. New York. p.61. 1953.
- (52)<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=7dD8K18HaM0>
- (53)<http://www.xtec.cat/~bnavarr1/Tabla/castellano/emerson.htm>  
Geoff, Rayner-Cahan. Química Inorgánica Descriptiva. Prentice Hall. New Jersey, p. 30.  
Jaume Casabó Gispert. Estructura Atómica y enlace químico. Editorial Reverte. Zaragoza, p. 24.
- (54)<http://web.lemoyne.edu/~giunta/newlands.html>  
<http://www.uv.es/~bertomeu/material/clasico/newlands.htm>
- (55)[http://www.mcgraw-hill.es/bcv/tabla\\_periodica/defi/definicion\\_radio\\_atomico.html](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/tabla_periodica/defi/definicion_radio_atomico.html)
- (56)León Garzón Ruiperez. La tabla de Mendeliev a los súper elementos, un estudio crítico de la Ley Periódica y una formulación de su estructura. Servicio de Publicaciones Lidergraf S.A.de la Universidad de Oviedo. Oviedo, pp. 97, 98.1988.
- (57)León Garzón Ruiperez. La tabla de Mendeliev a los súper elementos, un estudio crítico de la Ley Periódica y una formulación de su estructura. Servicio de Publicaciones Lidergraf S.A.de la Universidad de Oviedo. Oviedo, p. 96.1988.  
<http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriaquimica/capitulo13.html>
- (58)Therald Moeller, Química Inorgánica, Editorial Reverte S.A. , pp.106, 107. 1961.
- (59)Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Colonia Anáhuac, pp. 516-517. 1989.
- (60)Geoff, Rayner-Cahan. Química Inorgánica Descriptiva. Prentice Hall. New Yérsey, p. 30.  
Jaume Casabó i Gispert. Estructura Atómica y enlace químico. Editorial Reverte. Zaragoza, pp. 72,73.
- (61)<http://books.google.com.pe/books?id=GSOFT3NvrscC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>  
<http://www.youtube.com/watch?v=S-9p7-AZtzc&feature=related>
- (62)Cotton Wilkinson. Química Inorgánica Básica. Editorial Limusa. Col. Anáhuac, pp. 232. 1989.

## XI. ANEXO

Tabla N° 178. Tabla Periódica con los valores de los Radios Atómicos Oficiales (R.A.O.) De Slater (R.A.S.), de Weber y Cromer (R.A.W).

[illegible]